

T-3180



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y
OVULACIONES EN VACAS EN ANESTRO
AMAMANTANDO:
EFECTO DE UN DESTETE TEMPORARIO Y/O BENZOATO DE
ESTRADIOL LUEGO DE RETIRADO UN IMPLANTE
INTRAVAGINAL (ESPONJA ARTESANAL) CONTENIENDO
PROGESTÁGENO**

por

**Mauricio Javier Gil Balerio
José Ignacio Velazco de los Reyes**

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Agrícola Ganadero)

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2004**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Juan Bolívar Rodríguez

Ing. Agr. Ph.D. Graciela Quintans

Ing. Agr. Ph.D. Elize Van Lier

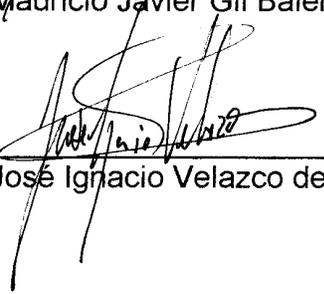
Fecha:

25 de mayo de 2004

Autor:



Mauricio Javier Gil Balerio



José Ignacio Velazco de los Reyes

AGRADECIMIENTOS

A Walter, Esther, Mónica y Fernanda Gil Balerio y a Victorio, Beatriz y Valeria Velazco de los Reyes por el esfuerzo y dedicación compartida a lo largo de nuestra formación profesional y humana.

Al Ing. Agr. Juan Rodríguez por la conducción de la tesis y al Ing. Agr. Ph.D. Jorge Franco por el apoyo en el análisis estadístico.

A las integrantes del tribunal examinador Ing. Agr. Ph.D. Graciela Quintans y Ing. Agr. Ph.D. Elize Van Lier, por los valiosos aportes brindados.

A Nelson Villegas a Sergio Casco y a todo el personal vinculado al área ganadera de la Estación Experimental de Facultad de Agronomía Salto (EEFAS).

A María Ribeiro y a todos nuestros amigos que con su apoyo incondicional contribuyeron a realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| PÁGINA DE APROBACIÓN | I |
| AGRADECIMIENTOS | II |
| TABLA DE ILUSTRACIONES Y CUADROS | V |
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 2.1 Fisiología reproductiva de la vaca | 3 |
| 2.1.1 Ciclo estral | 4 |
| 2.1.1.1 Regulación neuroendócrina del ciclo estral | 5 |
| 2.1.1.2 El ovario..... | 10 |
| 2.1.1.2.1 Foliculogénesis | 10 |
| 2.1.1.2.2 Desarrollo y control folicular | 11 |
| 2.1.2 Anestro posparto..... | 15 |
| 2.1.2.1 Fisiología del anestro posparto..... | 16 |
| 2.1.2.2 Factores que afectan el anestro posparto | 19 |
| 2.1.2.2.1 Factores primarios | 20 |
| 2.1.2.2.1.1 Amamantamiento | 21 |
| 2.1.2.2.1.2 Nutrición | 27 |
| 2.1.2.2.2 Factores secundarios..... | 31 |
| 2.1.2.2.2.1 Raza | 32 |
| 2.1.2.2.2.2 Edad del animal..... | 32 |
| 2.1.2.2.2.3 Estación..... | 33 |
| 2.1.2.2.2.4 Problemas al parto y sanitarios | 33 |
| 2.1.2.2.2.5 Presencia de un toro..... | 34 |
| 2.2 Técnicas para acortar el anestro posparto..... | 34 |
| 2.2.1 Métodos hormonales..... | 35 |
| 2.2.1.1 Gonadotropinas y GnRH. | 36 |
| 2.2.1.2 Progestágenos, progesterona y estradiol | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.2 Métodos biológicos..... | 40 |
| 2.2.2.1 Control del amamantamiento..... | 41 |
| 2.2.2.1.1 Destete temporario..... | 42 |
| 2.2.2.1.2 Destete precoz..... | 44 |
| 2.2.2.1.3 Presencia del macho..... | 45 |
| 2.2.3 Métodos combinados..... | 46 |
| 2.2.3.1 Destete temporario y benzoato de estradiol..... | 46 |
| 2.2.3.2 Progestágeno y destete temporario..... | 47 |
| 2.2.3.2 Progestágeno, destete temporario y benzoato de estradiol..... | 48 |
| 3 MATERIALES Y MÉTODOS..... | 49 |
| 3.1 Material experimental..... | 49 |
| 3.1.1 Localización espacial y temporal..... | 49 |
| 3.1.2 Clima..... | 49 |
| 3.1.3 Suelo y pasturas..... | 50 |
| 3.1.4 Animales..... | 51 |
| 3.1.5 Área experimental..... | 52 |
| 3.2 Tratamientos..... | 52 |
| 3.3 Procedimiento experimental..... | 53 |
| 3.4 Registros..... | 55 |
| 3.4.1 Registros reproductivos..... | 55 |
| 3.4.2 Registros de estado corporal y peso..... | 58 |
| 3.5 Análisis estadístico..... | 58 |
| 4 RESULTADOS..... | 62 |
| 5 DISCUSIÓN..... | 73 |
| 6 CONSIDERACIONES FINALES..... | 86 |
| 7 RESUMEN..... | 88 |
| 8 SUMMARY..... | 90 |
| 9 BIBLIOGRAFIA..... | 92 |
| 10 ANEXOS..... | 99 |

LISTA DE ILUSTRACIONES Y CUADROS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 - Etapas y duración promedio del ciclo estral normal en la hembra bovina adulta. | 4 |
| Figura 2.2 - Esquema de las variaciones en concentraciones de progesterona (P4), estrógenos (E2), LH, FSH y desarrollo folicular en ondas, que ocurren durante un ciclo estral bovino..... | 7 |
| Figura 2.3 - Esquema del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino y su interrelación..... | 9 |
| Figura 2.4 - Esquema general del crecimiento y desarrollo de los folículos durante ciclos de dos o tres ondas foliculares | 13 |
| Figura 2.5 - Incremento en la frecuencia de pulsos de LH inducido por el destete entre los días 0 (17-21 días posparto) y 4 en vacas de carne. | 22 |
| Figura 3.1 - Cronograma de actividades correspondiente al grupo de parición temprana..... | 54 |
| Figura 3.2 - Perfiles de progesterona (P4) según clasificación de Fike y col. (1997)..... | 57 |
| Gráfico 3.1 - Precipitación acumulada y temperatura promedio para el período Julio 2001 - Junio 2003..... | 50 |
| Gráfico 4.1 - Porcentaje de Celos según Tratamiento..... | 63 |
| Gráfico 4.2 - Porcentaje de Celos según Tratamiento y Momento de Parto..... | 64 |
| Gráfico 4.3 - Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo total según Tratamiento..... | 65 |
| Gráfico 4.4 - Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo total según Tratamiento y Momento de Parto..... | 66 |
| Gráfico 4.5 - Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo y celo según Tratamiento..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 4.6 - Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo y celo según Tratamiento y Momento de Parto..... | 69 |
| Gráfico 4.7 - Presencia de actividad ovárica y celo (%) según Tratamiento..... | 70 |
| Gráfico 4.8 - Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (horas) según Tratamiento y Momento de Parto..... | 71 |
| Gráfico 4.9 - Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (horas) según Año y Momento de Parto..... | 72 |
| Gráfico 5.1 - Presencia de actividad ovárica y celo (%) según Tratamiento..... | 80 |
| Cuadro 3.1 - Valores promedio de Peso y Estado Corporal al parto, Peso y Estado Corporal al día 0 y número de observaciones según Año y Categoría..... | 51 |
| Cuadro 4.1 - Número de animales y valores promedio de Peso y Estado Corporal al parto, Peso y Estado Corporal al día 0 e Intervalo Parto-Tratamiento según Año y Categoría..... | 62 |
| Cuadro 4.2 - Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo Tipo 2 total según Tratamiento..... | 67 |
| Cuadro 4.3 - Valores de Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (horas) y errores estándares según Tratamiento y Momento de Parto..... | 71 |
| Cuadro 5.1 - Resumen de resultados para las variables %Celo, %FCL y %FCL y celo según Tratamientos..... | 75 |

1 INTRODUCCIÓN

Los resultados físicos y económicos de los establecimientos criadores de ganado dependen, en gran medida, de la eficiencia reproductiva. Los altos requerimientos energéticos de la cría, asociado a los bajos rendimientos en kg. de ternero destetado, son una limitante para la producción de carne en los sistemas ganaderos del Uruguay. El porcentaje de destete promedio para la última década se ha mantenido bajo y estancado en 61.7% (MGAP-DIEA 2002; promedio 1994-2003). Este valor es muy bajo en relación al potencial de la especie y es inferior a los promedios alcanzados en otros países donde predominan bovinos de carne de razas europeas bajo régimen de pastoreo.

Para lograr un ternero por vaca entorada y por año, el intervalo parto-concepción no deberá exceder los 85 días dado el largo de la gestación. La concreción de dicha meta está determinada, en gran medida, por el largo del anestro posparto. Tanto nutrición como amamantamiento son los principales factores que determinan la duración del anestro (Short y col., 1990). En condiciones normales de producción, un alto porcentaje de vacas con cría al pie se encuentran en anestro al comienzo del servicio.

El control del reinicio de la actividad cíclica posparto es posible mediante el uso de métodos hormonales y/o biológicos aunque puede, en ocasiones, estar limitado por sus costos. Debido a ésto es que se torna necesario desarrollar métodos de inducción y sincronización de celos y ovulaciones accesibles desde el punto de vista económico y aplicables desde el punto de vista técnico para nuestras condiciones de producción.

La aplicación de progestágenos a vacas en anestro induce ciclos estrales y una inyección de benzoato de estradiol 24 horas después mejora la fertilidad de las ovulaciones inducidas (Lammoglia y col., 1998). La suspensión temporaria del amamantamiento incrementa la secreción pulsátil de la hormona luteinizante y es utilizada a continuación de tratamientos con progestágenos para incrementar la inducción de ciclos estrales (Odde, 1990).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de una esponja artesanal impregnada con un progestágeno (Acetato de Medroxiprogesterona, MAP) en combinación con benzoato de estradiol y/o destete temporario en inducción y sincronización de celos y ovulaciones sobre vacas en anestro amamantando,

La hipótesis, en la que se basa el presente experimento es que, el tratamiento que combina progestágeno con benzoato de estradiol y destete temporario induce y sincroniza mejor los celos y ovulaciones en comparación con los restantes tratamientos.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA VACA

En la fisiología reproductiva de la vaca intervienen diversas glándulas y sus respectivas hormonas las cuales están íntimamente relacionadas. Al proceso por el cual la vaca, en actividad sexual normal, libera un ovocito cada 21 días se le denomina ciclo estral.

Desde el punto de vista biológico el ciclo estral permite (periódicamente) poner en contacto gametos femeninos con masculinos, coordinando los mecanismos de foliculogénesis y de ovulación, transporte y sobrevivencia de espermatozoides y anidación del embrión (Fernández Abella, 1993).

El comportamiento reproductivo cíclico se da cuando el ovocito liberado no es fecundado. El conjunto de eventos que se repiten sucesivamente entre dos estros ocurre a lo largo de todo el año por lo que la hembra vacuna se define como poliéstrica no estacional.

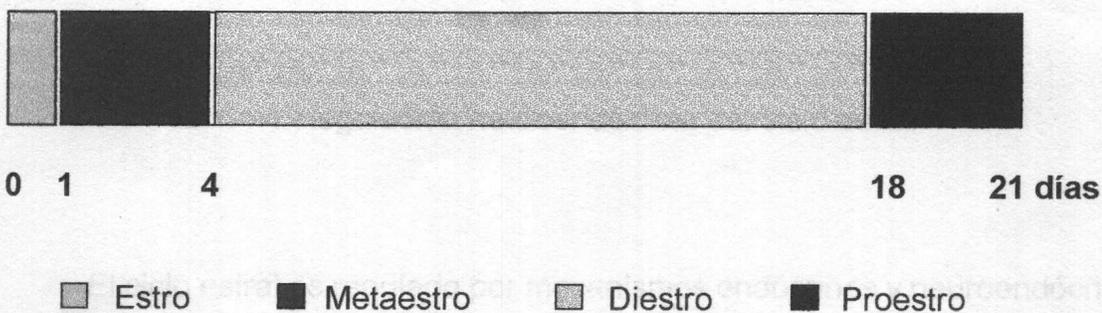
Al período variable de tiempo en el cual ovulación y celo están ausentes se le denomina anestro. El anestro se puede clasificar en gestacional, lactacional y prepuberal según el evento fisiológico que lo origine. Este período estará determinado por la raza, amamantamiento, producción láctea, nutrición y estado corporal, época de parto, edad, problemas sanitarios y en el momento del parto.

2.1.1 Ciclo estral

El ciclo estral es el conjunto de eventos que se repiten sucesivamente entre dos estros consecutivos, definiéndose al estro como el período en que la hembra acepta la monta del macho. El ciclo en la vaca tiene una duración promedio de 21 días. Este patrón cíclico se inicia en la pubertad y se prolonga durante toda la vida, pudiéndose observar interrupciones de los ciclos (anestro) por causas fisiológicas o patológicas (Rubianes y Regueiro, 2001).

Dentro del ciclo estral se pueden identificar claramente dos fases según la estructura ovárica que predomina; fase luteal y folicular. La primera incluye dos etapas que son metaestro y diestro siendo la hormona predominante la progesterona producida por el cuerpo lúteo. La segunda fase se caracteriza por un balance hormonal favorable a los estrógenos e incluye las etapas proestro y estro (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Etapas y duración promedio del ciclo estral normal en la hembra bovina adulta.



Fuente: Adaptado de Peters y Ball, 1995.

La fase luteal comienza en el metaestro con la formación del cuerpo lúteo y se extiende hasta el final del diestro con la regresión del mismo. En el metaestro se da la ovulación y esta etapa tiene una duración de 3 a 5 días. El diestro es la etapa mas larga del ciclo estral comprendida entre el día 4 y el 18. El cuerpo lúteo, ya funcional, comienza a producir niveles de progesterona en el metaestro que se hacen máximos hacia el día 10 del ciclo. Si existe un embrión en el útero el factor de reconocimiento de gestación (interferón τ) se libera antes del día 16 evitando la regresión del cuerpo lúteo. Este cuerpo lúteo será quien mantenga los niveles de progesterona necesarios para la gestación (Mc Donald, 1991).

La fase folicular comprende el proestro y el estro o celo. En el proestro se da la regresión del cuerpo lúteo, con la consecuente disminución abrupta de los niveles de progesterona. El endometrio uterino tiene un rol preponderante en la luteólisis por producir y liberar prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$). Esta etapa tiene una duración variable de 2 a 4 días. El estro es el período de receptividad sexual (aceptación de la monta) y tiene una duración promedio de 18 horas. La ovulación se produce 10 a 14 horas luego de finalizada esta etapa (Fernández Abella, 1995).

2.1.1.1 Regulación neuroendócrina del ciclo estral

El ciclo estral es regulado por mecanismos endócrinos y neuroendócrinos a través de hormonas hipotalámicas, gonadotropinas hipofisarias y ováricas. A nivel del ovario, el estro se caracteriza por una elevada secreción de estrógenos a partir de los folículos preovulatorios (de Graaf) (Hafez, 1996).

Las hormonas que intervienen en la regulación del ciclo estral (hormonas reproductivas) derivan principalmente de cuatro sistemas básicos. Éstos son:

- Diversas zonas del hipotálamo
- Lóbulos anterior y posterior de la hipófisis
- Gónadas; ovarios, incluyendo sus tejidos intersticiales, folículos y el cuerpo lúteo
- Útero y placenta

La regulación del ciclo es producto de la interacción de los sistemas básicos de síntesis y liberación de hormonas a través del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino. En este control neuroendócrino la relación hipotálamo-hipófisis tiene un rol central.

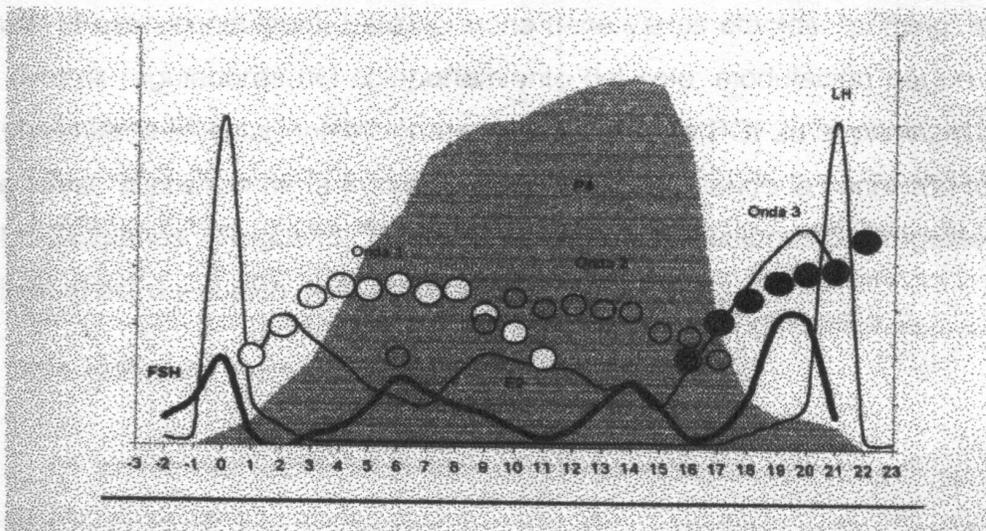
El hipotálamo tiene una participación crítica como regulador de la reproducción reaccionando frente a determinadas señales fisiológicas con la producción de hormonas liberadoras específicas. La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) induce y controla la síntesis y liberación de hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) por la hipófisis. La liberación de gonadotropinas a la sangre es pulsátil. Tanto FSH como LH no se liberan a ritmo constante sino mas bien en una secuencia de pequeñas dosis o pulsos (Hafez, 1996).

La FSH promueve crecimiento y maduración de los folículos ováricos. La LH actúa conjuntamente con la FSH para inducir la secreción de estrógenos a partir del folículo ovárico de mayor tamaño. Es la hormona determinante de la ovulación ya que el pico preovulatorio de LH (10 a 12 horas) causa la rotura de la pared folicular y la ovulación (Hafez, 1996).

Las concentraciones tónicas de LH y FSH son controladas por retroalimentación negativa a partir de las gónadas.

La oleada preovulatoria de LH y FSH es evidente en la hembra antes de la ovulación y dura de 6 a 12 h. La LH es iniciada por un incremento en la concentración de estrógeno circulante, que tiene un efecto positivo sobre el hipotálamo al inducir la liberación de GnRH (Hafez, 1996) (Figura 2.2).

Figura 2.2 – Esquema de las variaciones en concentraciones de progesterona (P4), estrógenos (E2), LH, FSH y desarrollo folicular en ondas, que ocurren durante un ciclo estral bovino.



Fuente: Lacuesta y Vazquez 2001.

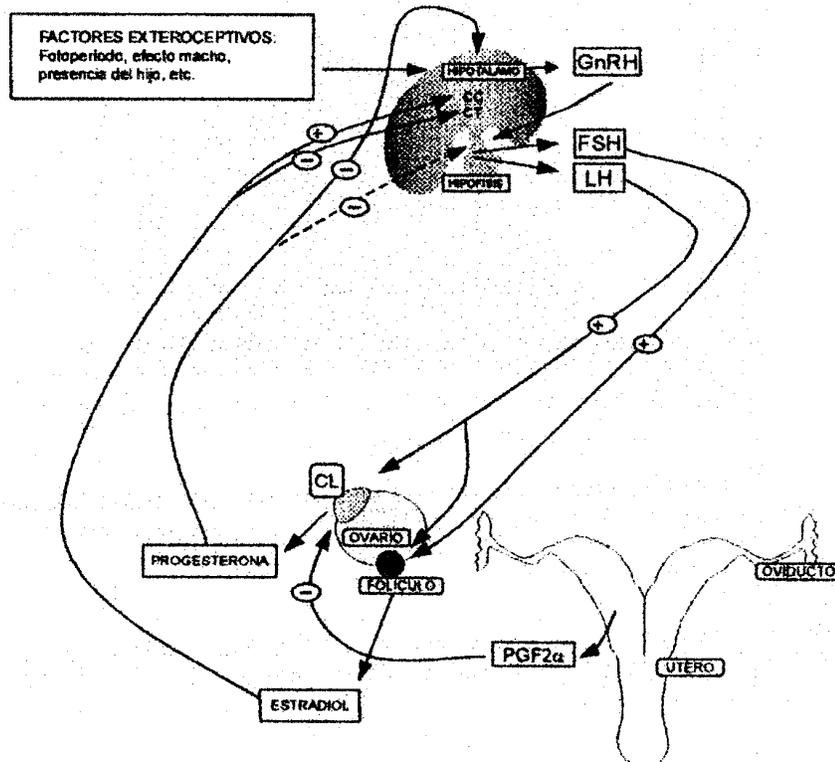
El ovario sintetiza dos tipos principales de esteroides; estradiol y progesterona. La actividad secretoria de hormonas esteroides por las gónadas está bajo control endócrino de la adenohipófisis (Hafez, 1996).

La producción de estrógenos se da en los folículos; las células de la teca sensibles a LH producirán androstenediona y testosterona. Las células de la granulosa son sensibles a FSH y producirán 17β estradiol a partir de los andrógenos producidos en la teca (Rubianes y Regueiro, 2001). El estrógeno actúa en el sistema nervioso central para inducir el estro conductual en la hembra.

A través del hipotálamo, los estrógenos ejercen control por retroalimentación tanto positiva como negativa sobre la liberación de LH y FSH (Figura 2.3).

La progesterona actúa de manera sinérgica con los estrógenos para inducir el estro conductual. Esta hormona tiene varios efectos: "priming" sobre los centros reguladores del comportamiento del celo; modulación del proceso de crecimiento folicular; inhibición de la liberación de $\text{PGF2}\alpha$ al principio de la fase luteal; supresión de la frecuencia de GnRH inhibiendo la secreción tónica de LH (Rubianes y Regueiro, 2001). Las altas concentraciones de progesterona inhiben el estro y el pico preovulatorio de LH.

Figura 2.3 - Esquema del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino y su interrelación.



Fuente: Rubianes y Regueiro, 2001.

La GnRH hipotalámica es regulada por hormonas hipofisiarias y esteroides a través de dos mecanismos de retroalimentación; un ciclo largo y otro corto. En la retroalimentación larga interactúan gónada, hipófisis e hipotálamo; en la corta, las concentraciones de gonadotropinas hipofisiarias influyen en la actividad secretoria de las hormonas liberadoras sin mediación de las gónadas.

De acuerdo con su concentración en sangre las hormonas esteroides ejercen una retroalimentación estimuladora (positiva) ó inhibidora (negativa). La positiva se produce cuando un estrógeno estimula la liberación de una gonadotropina como la LH; la negativa se produce cuando las grandes concentraciones de progesterona impiden la liberación de una gonadotropina (Hafez,1996). Al disminuir la retroalimentación negativa por descenso de progesterona aumenta la pulsatilidad en la liberación de LH. A su vez se da el aumento en la liberación de estradiol que se hará máxima en el estro. El estradiol incrementa la capacidad de la hipófisis de responder a GnRH estimulando así la liberación de FSH y LH (Mc Donald,1991) (Figura 2.2).

2.1.1.2 El ovario

El ovario realiza dos funciones principales que son la producción cíclica de ovocitos fecundables y la producción de una proporción balanceada de hormonas esteroides. El folículo es el compartimiento ovárico que le permite cumplir su doble función de gametogénesis y esteroidogénesis (Hafez,1996).

2.1.1.2.1 Foliculogénesis

La foliculogénesis es el proceso por el cual los folículos ováricos se desarrollan desde el estadio de folículo primordial hasta la atresia (degeneración) o la ovulación. Es un proceso continuo que se produce desde la vida fetal hasta el agotamiento de la reserva de folículos primordiales, incluso

en los períodos de anestro prepuberal, gestacional, y posparto; aunque en éstos siempre termina en la atresia (González de Bulnes y col., 2002)

Independientemente del estado fisiológico, los ovarios contienen un número muy grande de folículos primordiales, un número menor de preantrales y aún menor de folículos antrales. La mayoría de los folículos se atresian y degeneran durante la vida reproductiva de la vaca y solo unos pocos se pierden a través de la ovulación. Cuando algún folículo sale de la reserva, sigue creciendo hasta la ovulación ó hasta que degenera (Driancourt, 2001).

Los primeros folículos antrales aparecen durante el período prepuberal sin embargo, el desarrollo folicular completo, reinicio de la meiosis de los oocitos y ovulación sólo se observan cuando se han alcanzado los perfiles hormonales de la hembra adulta (Hafez, 1996).

2.1.1.2.2 Desarrollo y control folicular

En el crecimiento y desarrollo de los folículos hacia la ovulación se destacan tres características: una determinada secuencia de eventos (reclutamiento, selección y dominancia); la necesidad de gonadotropinas (FSH en el reclutamiento, LH en la dominancia) y la gran variabilidad en los patrones numéricos (número de ondas por ciclo, número de folículos por onda) al igual que los requerimientos en tiempo (tiempo de selección, duración de la dominancia) (Driancourt, 2001).

Driancourt (2001) diferencia dos etapas de desarrollo folicular según la influencia de las gonadotropinas hipofisarias. Así se diferencia una primera

etapa de crecimiento folicular basal, en la que no se ha demostrado la intervención de las gonadotropinas, y una segunda fase de crecimiento folicular tónico, donde los folículos son plenamente dependientes de ellas.

La fase de crecimiento folicular basal comprende el reclutamiento de los folículos primordiales en fase de detención del desarrollo y su incorporación a la fase de crecimiento hasta alcanzar el estadio de folículo preantral. La segunda fase es la de crecimiento folicular tónico y es cuando se produce el desarrollo del folículo preantral, hasta alcanzar el estadio de folículo antral, pudiendo llegar a ser el folículo ovulatorio. Goodman y Hoodge (1983) citados por González de Bulnes y col., (2002) propusieron tres conceptos para explicar los procesos que ocurren durante esta fase que son: reclutamiento, selección y dominancia.

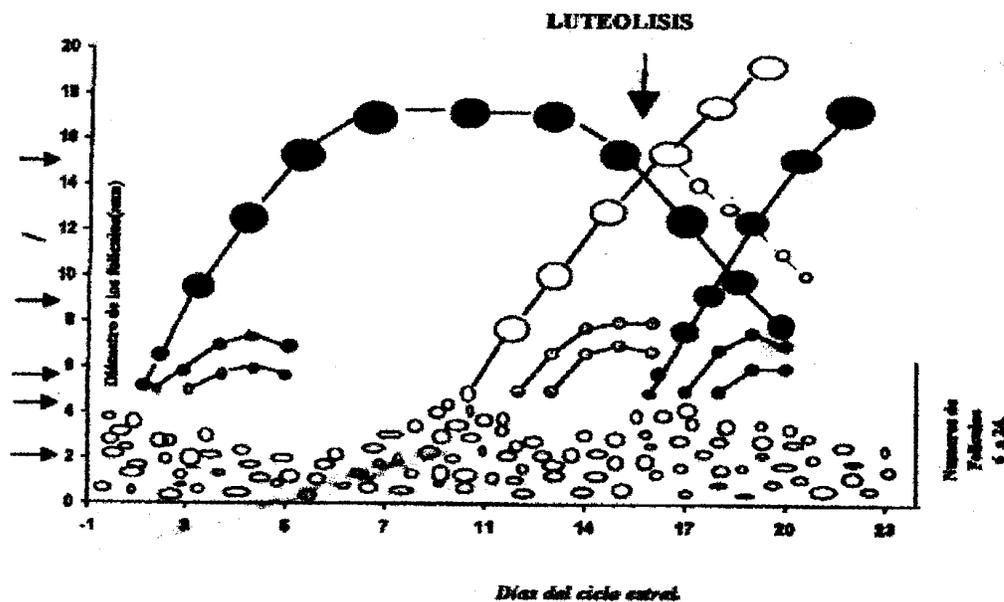
El reclutamiento del grupo de folículos que contiene al preovulatorio ocurre en la onda de reclutamiento que se da dos días antes de la ovulación (de igual manera sucede con las ondas anovulatorias pero el final de los folículos dominantes es la atresia). Para ser reclutados, los folículos deben ser saludables por lo que cualquiera de ellos es potencialmente capaz de ovular. El número de folículos reclutados varía entre 5 y 10 pero el tamaño es relativamente constante (mayores a 2 mm) y está asociado con los receptores a gonadotropinas (Driancourt, 2001).

Durante la selección, el folículo dominante es elegido quedando los restantes del grupo subordinados a éste. El folículo dominante, inhibe o suprime el desarrollo de otros folículos. Existe evidencia que los folículos producen sustancias inhibitorias (esteroideas y proteicas) que provocan la regresión y atresia de los folículos subordinados (Mertens y col., 1997).

Durante la dominancia el folículo preovulatorio crece y madura completándose la regresión de los restantes reclutados. A su vez, durante este período no ocurre reclutamiento de nuevos folículos (Driancourt, 2001).

El crecimiento y regresión de los folículos ováricos ocurre en forma de ondas. Una onda está constituida por un grupo de folículos que se desarrollan simultáneamente, seguido por un período de selección y crecimiento de un folículo dominante y regresión de los folículos subordinados a éste. En presencia de niveles altos de progesterona el folículo dominante dejará de crecer y comenzará a regresar culminando el proceso en su atresia. Paralelo a ese proceso una nueva onda folicular habrá emergido (Mertens y col.,1997; Rubianes y Regueiro, 2001) (Figura 2.4).

Figura 2.4 - Esquema general del crecimiento y desarrollo de los folículos durante ciclos de dos o tres ondas foliculares.



Fuente: Mertens y col., 1997.

La mayoría de las vacas desarrollan dos o tres ondas foliculares (1 a 4) durante un intervalo interovulatorio. La primer onda emerge el día de la ovulación precedente (día 0). La segunda onda emerge aproximadamente el día 10 en las vacas con dos ondas y uno o dos días antes en las vacas que desarrollan tres ondas foliculares en el ciclo. En este último caso la tercer onda folicular emergerá el día 15 o 16. La última onda será la que ovule y la ovulación no se produce si no existe luteólisis y descenso de los niveles de progesterona (Rubianes y Regueiro, 2001).

La fertilidad no es afectada por el número de ondas foliculares por ciclo. Las ondas foliculares han sido también descritas en vaquillonas prepúberes (Evans y col 1994 citados por Mapletoft y col., 2001) y en vacas posparto antes de la primera ovulación (Savio y col., 1990 citados por Mapletoft y col., 2001).

El evento determinante de la ovulación es la exposición de un folículo dominante a una correcta pulsatilidad de LH. Si ésta es inadecuada resulta en una baja producción de andrógenos por parte del folículo y no se da el incremento de estradiol. El folículo dominante, que está en la fase terminal de diferenciación, en lugar de ovular se atresia. La ovulación del folículo dominante ocurrirá únicamente si un pulso de LH ocurre cada 40 a 60 minutos estimulando la máxima producción de estradiol, el feedback positivo y un pico preovulatorio de LH y FSH (Roche y col., 1992) (Figura 2.2).

2.1.2 Anestro posparto

Se entiende por anestro posparto al período de tiempo comprendido entre el final del parto y la aparición del primer celo en que la preñez puede ser posible. Para ésto debe ocurrir la completa involución uterina y el engranaje neuroendócrino (hipotálamo-hipófisis-ovario) debe estar funcionando normalmente. Esto implica que deben ocurrir estró y ovulación seguidos de un cuerpo lúteo de duración normal (Cavestany, 1990).

El reinicio de la actividad cíclica posparto en vacas amamantando se caracteriza por presentar el primer ciclo de corta duración en mas del 70% de los animales (Roche, 2000). La incidencia de ciclos estrales de duración menor a la normal es máxima entre los 30 y 40 días posparto. Estos ciclos tendrán baja fertilidad debido a las características de sus cuerpos lúteos. La prematura liberación de $PGF2\alpha$ uterina en el posparto temprano causaría la regresión temprana del cuerpo lúteo. (Short y col., 1990; Roche, 2000).

La normal involución del útero no está relacionada con el largo del anestro y tiene una duración promedio de 20 días (Short y col., 1990). Dicha duración varía entre 18 a 54 días (Cavestany, 1990). La involución uterina se completa mas rápidamente en el cuerno uterino que no gestó previamente (Yavas y Walton, 2000a). Durante la involución uterina existe una barrera física que reduce la fertilidad por impedir el avance de los espermatozoides. A su vez el útero no es capaz de implantar correctamente un embrión (Short y col., 1990).

El pulso generador de GnRH de algún modo está bloqueado en el posparto temprano. Tanto animales en posparto temprano como en condiciones corporales muy bajas no respondieron a una inyección de GnRH. Pasado el posparto temprano ó animales en condiciones corporales mejores responden a la GnRH exógena. Por esto el pulso generador no sería el único responsable del anestro. Dependerá, entonces, de otros factores (Short y col., 1990).

El largo del anestro posparto estará, en última instancia, determinando el intervalo interparto. Para mantener un intervalo interparto de un año, las vacas tienen que concebir antes de los 85 días posparto. Este número podría ser mayor y dar igualmente un ternero al año siguiente. De esta forma se iría atrasando la fecha de parición aumentando así la probabilidad de no concebir en el siguiente período de servicio. Como consecuencia de ésto se obtendrá un menor número de terneros con un menor peso al destete disminuyendo así la productividad de los vacas y por ende la eficiencia global del rodeo de cría.

2.1.2.1 Fisiología del anestro posparto

Previo al parto las altas concentraciones de estrógenos y progesterona suprimen las concentraciones de LH y FSH. Consecuentemente las ondas foliculares son generalmente inhibidas después del parto (Ginther y col., 1996 citado por Roche 2000). Luego del parto los cambios endócrinos asociados a éste provocan la remoción del efecto inhibitorio de los esteroides sobre las gonadotropinas; ésto provoca el reinicio de la secreción cíclica normal de FSH.

Entre las semanas uno y dos, posteriores al parto, existe un incremento en la concentración de FSH por espacio de dos a tres días que provoca la emergencia de la primer onda folicular posparto y la selección del primer folículo dominante. Ése primer folículo puede tener varios destinos (Roche, 2000):

- ovulación y formación de cuerpo lúteo
- atresia seguida de la emergencia de una segunda onda folicular
- formar un quiste que retrasa la ovulación y suprime la emergencia de una segunda onda por un período variable.

El intervalo entre el parto y la detección del primer folículo dominante es de 10 a 12 días (Savio y col., 1990; Kamimura y col., 1994; citados por Roche, 2000). El destino funcional de ese primer folículo dominante está determinado por la frecuencia de pulsos de LH; siendo necesario para la ovulación un pulso por hora. El tiempo necesario para lograr dicha frecuencia de pulsos es variable y dependiente de factores no esteroides que regulan la liberación de GnRH (Roche, 2000).

En el posparto de vacas lecheras con adecuada condición corporal el 70 a 80 por ciento de los primeros folículos dominantes logró ovular (Savio y col., 1990 citado por Roche 2000). En contraste, vacas de carne amamantando no estresadas nutricionalmente tuvieron un período de anestro posparto mayor que vacas lecheras. En las primeras, una nueva onda folicular emergió dos semanas luego del parto con la subsecuente formación del primer folículo dominante dos a tres días mas tarde (Murphy y col., 1990; Stagg y col., 1995 citados por Roche 2000). Incluso en vacas con anestros posparto prolongados (mas de 100 días), la reanudación del crecimiento folicular ocurre temprano después del parto (Stagg y col., 1995 citado por Roche 2000). Sin embargo la incidencia de ovulación del primer folículo dominante posparto en vacas de

carne amamantando es baja (11 por ciento) (Murphy y col., 1990; Stagg y col., 1995 citados por Roche 2000).

Por lo antes expuesto se puede afirmar que el período de anestro prolongado en vacas de carne está dado por la falta de ovulación del primer folículo dominante más que por el retraso en su desarrollo. La inadecuada frecuencia de pulsos de LH en el posparto temprano conduce a la atresia de los folículos dominantes en lugar de conducirlos a la ovulación (Roche 2000).

Los folículos dominantes durante el anestro son más pequeños con relación a los folículos ovulatorios. Ésto se debe principalmente a la inadecuada pulsatilidad de LH, requisito fundamental para la maduración terminal del folículo previo a la ovulación (Yavas y Walton, 2000b).

En la preñez tardía y el posparto temprano la hipófisis contiene niveles bajos de LH y FSH. A ésto se le suma el fuerte feedback negativo del estrógeno propio de las horas previas al parto. En el hipotálamo la concentración de GnRH es normal pero la hipófisis es menos sensible a este estímulo para la liberación de LH en el posparto temprano. La concentración de FSH es baja enseguida del parto y luego se incrementa. Se presume que ésto inicia el reclutamiento y la selección de un folículo dominante (Roche y col., 1992). A partir de los días 10 y 12 posteriores al parto la magnitud de FSH no cambia durante el anestro siendo suficiente para el reclutamiento y selección de nuevos folículos dominantes (Roche 2000). La llave endócrina que causa anestros prolongados es la inadecuada frecuencia de pulsos de LH más que posibles deficiencias en las concentraciones de FSH durante el anestro (Stagg y col., 1998).

La ausencia de pulsos de LH en el posparto temprano es, en primer instancia, debida al vaciamiento de la adenohipófisis y es independiente del

amamantamiento. Luego de la recarga de los depósitos de LH entre los días 15 y 30 posparto, la ausencia de pulsos de LH es dependiente del amamantamiento. El estímulo del amamantamiento suprime la liberación pulsátil de LH por efecto de la inhibición de las descargas de GnRH desde el hipotálamo. Dicha inhibición es modulada por los estrógenos ováricos ya que el amamantamiento incrementa la sensibilidad del pulso generador de GnRH al feedback negativo del 17β estradiol, suprimiendo la liberación de LH. (Yavas y Walton, 2000a).

Los principales factores que limitan el incremento en la pulsatilidad de LH en el posparto se relacionan con el balance energético negativo y la baja condición corporal al parto (Roche 2000). En vacas de carne con ternero al pie, se le suma el efecto de la frecuencia de amamantamiento y el vínculo materno (Williams y Griffith, 1995).

2.1.2.2 Factores que afectan el anestro posparto

El posparto de vacas de carne con cría al pie se caracteriza por presentar un período prolongado de tiempo en el que la ovulación y el estro no se producen. Esta realidad se traduce en problemas de carácter biológico y económico reduciendo la eficiencia del rodeo de cría.

Se puede unir el conocimiento actual con este fenómeno (anestro y anovulación) ya que el balance hormonal del posparto atenúa naturalmente las señales neuroendócrinas que apoyan la función gonadal. El período de aciclicidad se verá exacerbado por una pobre condición corporal y puede persistir por períodos mayores a 100 días en algunas vacas. El efecto del

amamantamiento modifica los patrones de secreción de LH prolongando el anestro posparto en comparación con vacas que no amamantan (Williams, 1990). Es muy probable que esta situación suceda normalmente en el rodeo de cría nacional.

El anestro es el componente de mayor peso en la infertilidad posparto. Dicha infertilidad es causada también por la infertilidad general del rodeo, la involución uterina y la incidencia de ciclos cortos en el posparto temprano. Las causas que controlan el anestro posparto interactúan entre sí con efectos directos e indirectos. Los factores mayores o primarios que determinan el anestro posparto son amamantamiento y nutrición mientras que los menores o secundarios son raza, edad de la vaca, estación (fotoperíodo), problemas provenientes del parto y presencia del toro (Short y col., 1990).

Yavas y Walton (2000a), en una revisión sobre aciclicidad posparto en vacas de carne amamantando, consideran la edad de la vaca y la estación asociada al fotoperíodo como factores primarios sumados a los citados por Short y col., (1990).

2.1.2.2.1 Factores primarios

El largo del anestro posparto es determinado, principalmente, por el amamantamiento y la nutrición y/o el balance energético como se vio previamente. Dichos factores estarán modificando el balance hormonal en el posparto posibilitando o no el reinicio de la actividad estral normal.

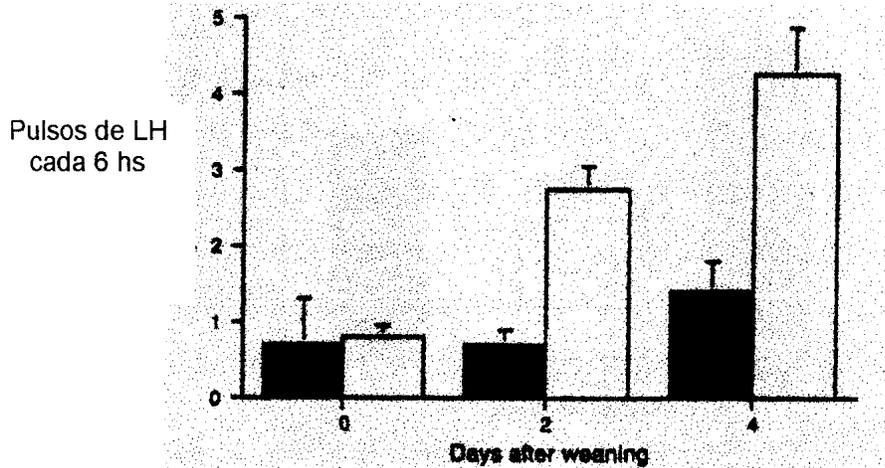
2.1.2.2.1.1 Amamantamiento

Se observó que vacas cuyos terneros fueron destetados al nacimiento presentaron períodos de anestro menores que las que amamantaron (Short y col., 1990). Muchos trabajos sobre la infertilidad posparto han estado focalizados hacia el fenómeno del amamantamiento determinando la anovulación y los elementos de regulación central que controlan el restablecimiento del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Williams, 1990).

Los experimentos realizados en la última década al respecto han permitido aclarar ciertos aspectos de la fisiología del anestro posparto asociado a animales con cría al pie aunque este tema sigue siendo objeto de estudio.

El mayor factor que limita la reanudación de los ciclos ováricos en el posparto, es la influencia inhibitoria que ejerce el amamantamiento sobre los elementos de regulación central que controlan la liberación de GnRH. Dicha inhibición impide el reinicio en la secreción de un patrón de LH que permita el desarrollo, maduración final de un folículo preovulatorio y ovulación. Existe un incremento en la frecuencia de pulsos de LH que ocurre entre 2 y 6 días después de removido el estímulo del amamantamiento y ambos fenómenos se reconocen asociados al posparto en vacas de carne (Williams y Griffith, 1995) (Figura 2.5).

Figura 2.5 - Incremento en la frecuencia de pulsos de LH inducido por el destete entre los días 0 (17-21 días posparto) y 4 en vacas de carne.



Referencia:

La frecuencia de pulsos de LH fue significativamente mayor en vacas destetadas (barra blanca) con relación a vacas amamantando (barra negra) en los días 2 y 4 luego del destete.

Fuente: Williams y Griffith, 1995.

Para explicar dichos fenómenos se han planteado una serie de hipótesis con los respectivos experimentos de comprobación. Producto de éstos se puede descartar el efecto de la prolactina (durante el amamantamiento) como hormona antigonadotrópica (Williams y Ray, 1980 citado por Williams y Griffith, 1995). A su vez se confirmó la insensibilidad al feedback negativo del estradiol durante el amamantamiento identificándose como el mayor factor que regula la reanudación de la normal secreción de LH (Acosta, 1983 citado por Williams y Griffith, 1995).

Los estímulos relacionados al retardo o bloqueo de la actividad cíclica normal y su control han sido investigados descartándose la participación de la glándula adrenal, prolactina, oxitocina o señales neurales provenientes de la

ubre. Tanto glucosa como el sistema de péptidos opioides endógenos estarían involucrados en el control de LH durante el período posparto (Short y col., 1990).

Al momento del parto las concentraciones de LH en la adenohipófisis son bajas debido al efecto inhibitorio del estradiol placentario (producido durante la gestación) sobre la síntesis de LH (Nett 1987 citado por Williams y Griffith 1995). Esta inhibición termina luego del parto y aproximadamente 2 semanas después se evidencia un patrón progresivo de llenado de LH en la adenohipófisis. Si el ternero es destetado al parto, la secreción pulsátil de LH se reanuda entre el día 7 y 14 posparto seguido del reinicio de la actividad cíclica ovárica. Por el contrario, en hembras en anestro amamantando, el patrón de secreción de LH permanece inhibido por lo que habrá una mayor acumulación de gonadotropinas en comparación con las vacas destetadas al parto (Williams y col., 1982 citado por Williams y Griffith 1995).

Una supresión temporaria o definitiva del amamantamiento es una posible alternativa para reducir la duración del anestro posparto debido al incremento en la frecuencia de pulsos de LH que produce la remoción del estímulo.

La respuesta lograda con un destete temporario podría ser atenuada cuando los terneros retornan a sus madres antes de las 144 hs. Comparando destetes de 48, 72, 96 y 144 hs y animales amamantando ad libitum se observó un incremento lineal en la frecuencia de pulsos de LH durante las primeras 96 hs posdestete en vacas en anestro. Luego del retorno de los terneros la frecuencia de pulsos de LH disminuyó de forma lineal en las vacas que no ovularon, pero no en las que sí lo hicieron. Los resultados sugieren que

destetes temporarios de más de 96 hs maximizan los efectos neuroendócrinos y ováricos necesarios para reducir el anestro posparto (Shively y Williams, 1989).

Las concentraciones de péptidos opioides en tejidos nerviosos son afectadas por el amamantamiento. La administración de antagonistas a éstos por cortos períodos de tiempo incrementan la frecuencia de pulsos de LH en vacas en anestro amamantando. Estos resultados indican que la concentración de péptidos opioides en el hipotálamo es incrementada por el amamantamiento con la consecuente inhibición en la liberación pulsátil de LH (Williams y Griffith, 1995).

Mas allá de la existencia de evidencia que involucra al sistema de péptidos opioides con el control de la liberación de LH en el posparto, dicho sistema es solamente una parte de este control. Tratamientos prolongados con antagonistas solo levantan la inhibición por un breve período de tiempo sin la posterior ovulación (Short y col., 1990).

La reducción en los efectos fisiológicos del amamantamiento reestablece la concentración normal de éstos péptidos retomando las vacas su actividad cíclica normal (Williams y Griffith, 1995).

La inhibición de los elementos de regulación central, que controlan la liberación de GnRH, ocurre únicamente como consecuencia de interacciones específicamente definidas entre la vaca y el ternero en presencia de un comportamiento maternal. Dichas interacciones asociadas al comportamiento maternal no pudieron ser simuladas experimentalmente y no dependen de sensores nerviosos en la ubre (Williams y Griffith, 1995).

Las señales neurológicas en el pezón provocadas por el amamantamiento resultan irrelevantes en relación con la inhibición en la secreción de LH. Ésto se comprobó en un experimento en que se simula el amamantamiento por hiperestimulación mecánica, eléctrica y térmica de la glándula mamaria. Los estímulos (simples, independientes y cada 4 horas durante un día) no impidieron el libre patrón de secreción de LH en vacas ovariectomizadas no lactantes (Williams y col., 1984) ni el pico de LH posdestete en vacas lactando (Williams y Griffith, 1995).

Tanto las vacas a las que se le colocó una máscara en la ubre (Mc Vey y Williams, 1991) (dispositivo diseñado para evitar el contacto directo del ternero con la ubre a la hora de mamar permitiendo la succión y remoción de la leche) como las que fueron denervadas (Williams y col., 1993) (desconexión nerviosa de la glándula mamaria) mantuvieron la inhibición de LH inducida por el amamantamiento. El intervalo parto-primer ovulación no se afectó en ninguno de estos casos en relación al control (Williams y Griffith, 1995).

Si la interacción vaca-ternero es restringida mecánicamente (vaca ordeñada en presencia del ternero enmascarado para evitar que mame) (Williams, 1987) o espacialmente (Viker y col., 1993; Stevenson y col., 1994), eliminando el contacto oral directo con la región inguinal, el estado de anovulación no se mantiene. La mera percepción de estar amamantando podría ser suficiente para prolongar el período de anovulación.

La mayoría de las vacas en condiciones naturales permiten mamar solamente a sus terneros. Únicamente su propio ternero puede atenuar la liberación de gonadotropinas (Lamb y col., 1997; Lamb y col., 1999).

Silveira y col., (1993) demostraron que la realización de un destete 14 a 17 días posparto resultó en el esperado incremento de la concentración y frecuencia de pulsos de LH pasadas las 48 horas. Por otro lado el amamantamiento forzado (cada 6 horas durante 4 días) por parte de un ternero ajeno (alien) no previno el incremento en dicha hormona. Solamente las vacas que amamantan sus propios terneros (a intervalos de 6 horas) mantuvieron suprimido el patrón de liberación de LH, típico de hembras amamantando y en estado anovulatorio.

El rol de la visión y el olfato mediando la inhibición en la secreción de LH y el amamantamiento fue probado en vacas amamantando terneros propios o ajenos cada 6 horas durante 6 días a partir de la tercer semana posparto. Tanto vacas sin visión como sin olfato mantuvieron la inhibición en la secreción de gonadotropinas cuando amamantaron sus propios terneros. Las vacas sin visión reconocieron la identidad de los terneros a través del olfato y las vacas sin olfato lo hicieron a través estímulos visuales. Cuando estos animales amamantaron terneros ajenos, mostraron un claro incremento en la frecuencia de pulsos de LH idéntico al registrado en vacas destetadas y en vacas intactas amamantando terneros ajenos. Cuando ambos sentidos fueron bloqueados las vacas se comportaron, desde el punto de vista endócrino, como destetadas para todos los casos (observándose el típico pico de LH posdestete) (Williams y Griffith, 1995).

Se puede concluir que el vínculo madre-hijo es requisito para que el amamantamiento induzca la anovulación y que tanto olfato como visión son utilizados por la vaca para identificar a su ternero.

En resumen, la explicación que une el amamantamiento con la anovulación seguramente esté relacionando las variables fisiológicas que

modulan el comportamiento maternal, el sistema de péptidos opioides y la secreción tónica de LH.

2.1.2.2.1.2 Nutrición

Los prolongados períodos acíclicos en vacas amamantando pueden reducirse aumentando el nivel energético de la dieta. Una pobre nutrición es causa importante de anestro, siendo la energía más crítica que la proteína en el mantenimiento de la función reproductiva. Existe una relación positiva entre ingestión de energía y performance reproductiva. El estado nutricional que presente el animal antes del parto parece ser más importante que el que muestre después del mismo (Randel, 1990; Peters y Ball, 1995).

Una inadecuada nutrición (energética o proteica) tanto pre como posparto disminuirá las tasas de preñez y de concepción a primer servicio y extenderá el anestro posparto en hembras amamantando (Randel, 1990). Un balance energético negativo reduce la disponibilidad de glucosa en sangre e incrementa la movilización de reservas corporales (Yavas y Walton, 2000a).

La reproducción compite con otras funciones fisiológicas en la partición de nutrientes. Éstos son particionados priorizando la vida del animal y luego la propagación de la especie. Una aproximación al orden de prioridades en la partición de nutrientes sería:

- Metabolismo
- Actividad
- Crecimiento

- Energía básica para reservas
- Preñez
- Lactancia
- Energía adicional para reservas
- Ciclos estrales y comienzo de nueva preñez
- Energía excesiva en reservas

Fuente: Short y col., 1990

La condición corporal posparto es un indicador que permite estimar el estatus energético definiendo el potencial reproductivo para la siguiente estación de cría (Randel, 1990). La estimación del estado nutricional a través de la condición corporal permite, a diferencia del peso, independizarse del tamaño esquelético (Peters y Ball, 1995).

El efecto de la condición corporal al parto sobre el largo del anestro no es lineal, presentando grandes efectos en condiciones corporales bajas (<4 en escala de 10 puntos) y efectos cada vez menores cuando se incrementa la condición corporal (>7). Las variaciones en la dieta posparto tendrán su mayor efecto en animales en condición corporal menor a 6 cuando la oferta se iguala a los requerimientos. Para optimizar los parámetros reproductivos se debería manejar el rodeo para que, promedialmente, los animales paran en condiciones corporales moderadas (5 a 7 en escala de 10 puntos). Con condiciones corporales mayores a 7 se estarían desaprovechando recursos mientras que valores menores a 5 comprometerían la fertilidad potencial. La corrección de deficiencias nutricionales preparto a través del incremento en la dieta posparto resultaría difícil y costoso (Short y col., 1990).

Niveles altos de alimentación en el preparto adelantan la aparición de celos y un buen nivel posparto mejora el índice de concepción. La mejora en condición corporal entre el parto y el final del entore puede compensar, en cierta medida, una baja condición corporal al parto (Wiltbank y col., 1962 citado por Hernández y Mendoza, 1999).

Dunn y Kaltenbach (1980) citados por Randel (1990) encontraron, en vacas con moderada condición corporal al parto, que cuando no ocurre pérdida de peso preparto, el 91% de las vacas multíparas y el 64% de las primíparas presentaron celo en los primeros 60 días posparto. El intervalo posparto promedio fue de 47 y 54 días respectivamente. Además, estos autores encontraron correlación entre cambios de peso posparto y largo del anestro contrastando con Peters y Riley (1982), citados por Peters y Ball (1995), que no encontraron relación entre las dos variables.

Dietas bajas en energía disminuyen la concentración media de LH en vacas posparto y dicha concentración es menor en vacas perdiendo condición corporal cuando se comparan con aquellas que mantienen condición corporal (Randel, 1990).

La influencia del nivel de energía de la dieta sobre el estatus metabólico fue mas importante en vacas primíparas pudiendo ésto explicar la gran influencia de la nutrición sobre la reproducción en animales jóvenes (Grimand y col., 1995 citado por Lacuesta y Vázquez, 2001). Seguramente este fenómeno está relacionado a la competencia por nutrientes entre crecimiento y reproducción.

Si bien el aporte energético de la dieta es la causa nutricional que presenta mas efectos sobre la reproducción, la deficiencia de otros nutrientes

específicos, como vitaminas y minerales, también han demostrado afectar la fertilidad (Peters y Ball, 1995).

La nutrición puede afectar el diámetro de los folículos dominantes y una pobre condición corporal resulta en folículos pequeños (Roche y col., 1992). Una subnutrición moderada tanto pre como posparto afectará la maduración final y la ovulación mientras que, una deficiencia mas pronunciada hará su interferencia a nivel de la dinámica de crecimiento y regresión de los folículos dominantes. Cuando la subnutrición es severa se dará una ausencia de folículos mayores a 5 mm de diámetro.

El número total de ondas foliculares antes de la primer ovulación posparto fue de 10.6 y 6.8 para animales con dietas bajas y altas en energía respectivamente. El intervalo parto-primer ovulación resultó mayor en vacas consumiendo baja energía. Esto estaría explicado por la falta de un incremento sostenido en la secreción de estrógenos durante el período anovulatorio posparto bloqueando así la ovulación (Stagg y col., 1995 citado por Lacuesta y Vazquez, 2001).

Dietas bajas en energía, proteína o ambas conducen a una menor liberación pulsátil de LH. Se incrementa el depósito de gonadotropinas en la adenohipófisis y este puede ser liberado por un pulso mayor de GnRH. Ésto indica que la liberación hipotalámica de GnRH ha sido suprimida (Randel, 1990).

Un incremento en la gluconeogénesis a partir de propionato, que podría resultar en la disminución de gluconeogénesis a partir de amino ácidos, es detectada por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario. Estas señales metabólicas resultan en un incremento en la secreción de GnRH seguida de un incremento

en la pulsatilidad de LH. Dicho incremento estimula al ovario y resulta en el retorno a la actividad estral con la posterior ovulación y desarrollo de un cuerpo lúteo funcional. Él o los componentes detectados por el eje podrían ser tanto los relacionados a la energía como amino ácidos o catabolitos (Randel, 1990).

Muchos autores han concluido que la nutrición preparto es mas importante que la nutrición posparto en la determinación del anestro, existiendo correlaciones negativas entre el largo del anestro y la condición corporal al parto. En contraste, los efectos de la nutrición posparto en la determinación del largo del anestro son inconsistentes, con y sin efectos significativos para diferentes autores. Dicha inconsistencia refleja interacciones que aún no son del todo claras entre nutrición pre y posparto, balance energético negativo, condición corporal, producción de leche y amamantamiento así como otros factores. Tampoco es claro el efecto beneficioso que tendría una restricción en el amamantamiento acortando el anestro cuando el plano nutricional posparto es bajo (Stagg y col., 1998).

2.1.2.2.2 Factores secundarios

Los factores mayores o primarios que determinan el anestro posparto son amamantamiento y nutrición mientras que los menores o secundarios son: raza, edad de la vaca, estación, problemas provenientes del parto y presencia del un toro (Short y col., 1990).

2.1.2.2.1 Raza

Vacas lecheras ordeñadas tienen anestro posparto más corto que vacas de carne amamantando. Cuando amamantan tienen un intervalo mayor a las de carne. Genotipos lecheros con cría al pie mostraron períodos de anestro posparto más prolongados que los carniceros siendo estas diferencias más pronunciadas en animales primíparas y con dietas pobres. También se han encontrado diferencias entre razas de carne siendo éstas mayores cuanto peor sea la dieta. Probablemente las diferencias entre razas estén dadas por la cantidad de leche producida, eficiencia de conversión y la alimentación en sí misma (Short y col., 1990).

2.1.2.2.2 Edad del animal

La vaca parida por primera vez demora más días en comenzar la actividad reproductiva. Ésto es de mayor magnitud a medida que su edad es menor (Fernández Abella, 1995).

Los animales primíparas aún están creciendo, la frecuencia de pulsos de LH posparto es menor y el anestro posparto es 1 a 4 semanas mayor comparado con animales múltiparos (Yavas y Walton, 2000a).

2.1.2.2.3 Estación

El ganado bovino durante la domesticación ha sido seleccionado en contra de la estacionalidad, sin embargo permanece en el ganado de carne cierta sensibilidad al fotoperíodo (Yavas y Walton, 2000a).

Vacas paridas desde primavera tardía hacia otoño tienen anestro posparto más corto que las paridas desde otoño tardío hacia primavera. Estas diferencias pueden estar relacionadas con variaciones tanto de luz como de temperatura o pueden ser confundidas con cambios nutricionales que ocurren a medida que el año progresa (Short y col., 1990).

El efecto de la estación estaría mediado por la glándula pineal que es sensible a los cambios en fotoperíodo y secreta melatonina. La melatonina exógena prolonga el anestro posparto en vacas que paren en primavera (Yavas y Walton, 2000a).

2.1.2.2.4 Problemas al parto y sanitarios

Todos los problemas al parto (distocias y retención de placenta) y sanitarios llevan a procesos inflamatorios y/o infecciosos que inhiben o bloquean el inicio de la actividad del eje hipotálamo-hipófisis (Fernández Abella, 1995). Estos factores pueden resultar en períodos de anestro mas prolongados y disminución de la tasa de concepción.

La distocia está asociada principalmente a animales jóvenes pudiendo incrementar el anestro posparto y retardar la futura concepción (Short y col., 1990).

2.1.2.2.2.5 Presencia de un toro

La presencia del toro disminuye el intervalo posparto acelerando la reanudación del ciclo estral (Short y col., 1990). Varios estudios han mostrado que el efecto toro es una herramienta útil para acortar el anestro posparto. Tanto vacas multíparas como primíparas pastoreando con toros durante el anestro acortan el intervalo parto-primer ovulación (Rodríguez Blanquet, 2002).

La exposición de vacas a toros puede acortar la duración del anestro posparto y/o incrementar la ovulación pero los resultados no son consistentes. Existen variaciones entre estudios debidas a la edad de madre, estación del año, relación vaca-toro, condición corporal al parto y el momento del posparto en que se inicia la exposición (Yavas y Walton, 2000b; Rodríguez Blanquet, 2002).

2.2 TÉCNICAS PARA ACORTAR EL ANESTRO POSPARTO

El potencial de producir un ternero por vaca por año está determinado por el período de anovulación que atraviesa la vaca luego del parto. El largo del anestro posparto es afectado por diferentes factores y éste puede ser controlado a través de diversas prácticas de manejo.

Todas las prácticas o tratamientos que reduzcan el largo del anestro posparto se traducirán tanto en mayor cantidad de terneros producidos como en un mayor peso al destete de los mismos si éste se realiza a fecha fija. Ésto se debe a que se adelanta la fecha de parto.

La inducción del estro está referida a los tratamientos que provocan conducta de celo y ovulación en animales en anestro. La inducción podrá presentarse sincronizada o simplemente agrupada teniendo incidencia directa sobre la distribución de los partos con la consiguiente implicancia productiva en el peso de los terneros al destete.

El uso de tratamientos de control del celo y la ovulación en rodeos de cría, se ve a veces limitado por sus costos. Es debido a esto que sería necesario desarrollar métodos de inducción y sincronización accesibles desde el punto de vista económico y aplicables desde el punto de vista técnico para nuestras condiciones de producción.

Los tratamientos para iniciar la ciclicidad incluyen métodos hormonales, métodos biológicos y la combinación de éstos.

2.2.1 Métodos hormonales

La aplicación de tratamientos hormonales para inducir y sincronizar el celo en vacas con servicio natural permite incrementar la rentabilidad neta del rodeo de cría (Alberio, 2000).

Para el control del ciclo estral existen numerosas posibilidades mediante el uso de métodos hormonales. Las principales prácticas hormonales para inducir la ovulación en vacas en anestro incluyen, por un lado el uso de gonadotropinas (LH, hCG; gonadotropina coriónica humana) o GnRH para provocar la liberación de LH y por otro el uso de progestágenos, progesterona y estradiol (Roche, 2000).

A los efectos de la presente revisión bibliográfica se abordarán con mayor detenimiento los métodos hormonales que incluyan progestágenos, progesterona y estradiol

2.2.1.1 Gonadotropinas y GnRH.

El rol de la hCG es unirse a los receptores a LH en el folículo induciendo directamente la ovulación. Por otro lado la GnRH actúa directamente induciendo una liberación transitoria de LH y FSH. El estado de la onda folicular y la condición corporal al momento del tratamiento afectarán la respuesta tanto a hCG como a GnRH. Dosis apropiadas de cualquiera de estas hormonas induce la ovulación si existe un folículo dominante en ese momento pero GnRH no induce si no ocurrió previamente la selección del folículo dominante (Roche y col., 1992; Roche, 2000).

Tratamientos con una inyección de GnRH o análogos, dos separadas por 10 días ó inyecciones frecuentes (cada 1 o 4 horas) con bajas dosis inducen la ovulación en cerca del 90% de las vacas en anestro tratadas (Roche y col., 1992). La manifestación exterior del estro rara vez ocurre en la primer ovulación y la primer fase luteal es, usualmente, de corta duración. Esta aproximación

puede ser de utilidad para iniciar la actividad cíclica en animales cuyos pulsos de LH no son suficientes para inducir la ovulación (Roche, 2000).

2.2.1.2 Progestágenos, progesterona y estradiol

Se ha comprobado que tanto los progestágenos como la progesterona inducen ciclos estrales en vacas en anestro y vaquillonas prepuberales (Short y col., 1976; Miksch y col., 1978; Smith y col., 1987; Anderson y Day, 1994 citados por Lammoglia y col., 1998). Las vacas que, durante el anestro posparto, ovularon luego de un pretratamiento con progestágenos formaron cuerpo lúteo (Ramírez Godínez y col., 1981; Sheffel y col., 1982; Cooper y col., 1991 citados por Lammoglia y col., 1998). Una simple inyección de 17 β -estradiol durante el período posparto acelera el comienzo del estro y ovulación pero reduce la tasa de concepción (Saiduddin y col., 1968 citado por Lammoglia y col., 1998). Sin embargo, cuando una inyección de estradiol fue administrada a vaquillonas y vacas a las 24 o 72 horas del final del tratamiento de 9 a 14 días con progesterona, el comportamiento estral y la ovulación fueron inducidos sin disminuir las tasas de preñez (Ulberg y Lindley, 1960; Saiduddin y col., 1968; Brown y col., 1972 citados por Lammoglia y col., 1998).

Los progestágenos administrados por 14 a 20 días son efectivos en la sincronización del estro, pero la fertilidad de éste es subnormal. La duración de los tratamientos con progestágenos puede ser reducida combinándolos con estrógenos (Odde, 1990). La reducida fertilidad resultante del uso de tratamientos de sincronización en base a progestinas está asociado con el desarrollo de folículos ováricos persistentes (Kinder y col., 1996).

En trabajos mas recientes las vacas tratadas con progesterona en un dispositivo intravaginal durante 7 días más una inyección de benzoato de estradiol 24 a 30 horas luego de removido el implante mostraron conducta estral en mayor número que los otros tratamientos (control y progesterona sin benzoato de estradiol) (Fike y col., 1997).

El benzoato de estradiol puede inducir un pico de LH pero, la ovulación seguida de un cuerpo lúteo de vida normal podría no ocurrir, a menos que dicha inducción sea precedida por una fase luteal normal o por una producida artificialmente mediante el uso de progesterona o progestágenos (Macmillan y Burke, 1996).

El tratamiento con progesterona en el anestro parece tener un efecto "priming" sobre el cerebro y el útero; es por esto que el estro ocurre con la primer ovulación y la posterior fase luteal es normal (Roche, 2000). Concentraciones intermedias de progesterona exógena, en vacas en anestro amamantando, imitan las concentraciones de progesterona que se producen durante un ciclo con cuerpo lúteo de vida corta. Esto permite la maduración final del folículo dominante seguido de un ciclo normal y el reinicio de la ciclicidad ovulatoria (Yavas y Walton, 2000b).

También podría tener un efecto sobreponiéndose al potente feedback negativo del estradiol sobre la liberación GnRH y, por ende, sobre la frecuencia de pulsos de LH. Indirectamente sería responsable del incremento en los pulsos de LH al final del tratamiento (Roche, 2000). Para este autor, los tratamientos no deberían exceder los 12 días para mantener la normal fertilidad del estro sincronizado.

Macmillan y col. (1994), citado por Macmillan y Burke, (1996), trabajando con vacas lecheras en anestro encontraron que, aproximadamente el 90% de éstas, presentaron estro luego de un tratamiento con progesterona (CIDR-B por 5 a 7 días) más 1 mg de benzoato de estradiol a las 24 horas de retirado el dispositivo. Los celos se concentraron en un período de 4 días en el que ovularon el 95% de estas vacas. Los datos presentados indicarían que, inyecciones de benzoato de estradiol (BE) luego de un tratamiento con progesterona, adelantarán los estros y las ovulaciones sincronizando los animales tratados.

Lammoglia y col. (1998) en un experimento para determinar el efecto y la dosis de benzoato de estradiol en un esquema de sincronización, encontraron que para vacas de carne tanto en anestro como ciclando (536 kg y 4.7 en 9 puntos de condición corporal) la dosis óptima para la sincronización fue de 1 mg. El tratamiento con CIDR durante 7 días, una inyección de PGF2 α al día 6 y una inyección de 1 mg de benzoato de estradiol 24 a 30 horas luego de removido el implante indujo el estro en el 100% (9/9) de los animales entre 30 y 60 días posparto en los primeros 4 días. De esos animales en anestro, 6 se preñaron 48 horas luego de removido el implante y 1 a los 21 días lográndose el 78% de preñez.

Alberio y col. (1999a) determinaron la tasa y momento de presentación de celos para diferentes dosis (0.45 y 0.70 mg) de benzoato de estradiol y momento de aplicación (al fin del tratamiento con progestágeno o a las 24 horas). Los animales utilizados fueron cruza británicas con ternero al pie, entre 30 y 60 días posparto, y con estados corporales entre 3 y 5 (escala 1 a 9). Todos los tratamientos aplican a las vacas una esponja (por 7 días) con 250 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) combinado con 2 mg de benzoato

de estradiol inyectado por vía intramuscular al momento de colocar la esponja. Según los resultados presentados por los autores no existiría diferencia entre aplicar el benzoato de estradiol al momento de sacar la esponja o 24 horas después ni en lo referente a las dosis probadas.

Alberio y col. (1999b) estudiaron la respuesta comparada entre la utilización de dispositivos intravaginales con progesterona (CIDR nuevo y reutilizado) y esponjas vaginales con MAP. Las características de los animales empleados fueron similares al experimento anterior aplicándose siempre uno de los dispositivos durante 7 días. Las tres alternativas (CIDR nuevo, CIDR reutilizado y esponja) presentaron resultados biológicos similares en porcentaje de celo y porcentaje de no retorno después de la inseminación artificial.

En Uruguay Rodríguez Blanquet y col. (2001) trabajando con esponjas impregnadas en progestágeno (MAP) y una inyección de benzoato de estradiol (0.5 mg) a las 24 horas de removido el implante, determinaron que este tratamiento incrementó significativamente el porcentaje de celos y la formación de cuerpos lúteos de vida normal. Se utilizaron vacas primíparas y multíparas de la raza Hereford no encontrándose diferencias entre estos grupos para las variables reproductivas analizadas.

2.2.2 Métodos biológicos

Dentro de las medidas de manejo para mejorar el comportamiento reproductivo de los bovinos de carne se encuentran los métodos biológicos. Tanto la manipulación del amamantamiento como el efecto de la presencia de un macho o la combinación de ambos podrían ser efectivas a la hora de reducir

la longitud del anestro posparto. El control del amamantamiento puede lograrse a través de distintas modalidades: destete temporario, destete precoz y amamantamiento restringido.

Tanto el efecto de la presencia del macho como el destete precoz serán abordados superficialmente ya que la presente revisión está dirigida a la técnica del destete temporario. Información detallada sobre estos temas puede ser consultada en la serie técnica de INIA 288.

2.2.2.1 Control del amamantamiento

Teniendo en cuenta que el amamantamiento constituye uno de los factores fisiológicos más importantes que afectan la duración del anestro posparto, la supresión temporaria o definitiva del amamantamiento sería una práctica de manejo adecuada para acortar este intervalo.

Los mecanismos reales por medio de los cuales el amamantamiento está mediando la anovulación son aún poco claros. Existe suficiente evidencia acerca de la falta de pulsatilidad de LH en vacas amamantando, requisito fundamental para promover las etapas finales de la maduración folicular y posterior ovulación (Quintans, 2000).

2.2.2.1.1 Destete temporario

La técnica del destete temporario consiste en la eliminación del estímulo del amamantamiento por un período variable de 2 a 14 días, mediante la separación del ternero o la aplicación de una tablilla nasal permaneciendo el ternero al pie de la madre. La eficacia de esta técnica será función de aspectos tales como el estado nutricional de las vacas, el momento del posparto en que se realiza el destete y duración del mismo.

Williams y col. (1996) resumiendo el conocimiento acerca de los mecanismos que relacionan el amamantamiento con la anovulación, plantean que no solo el estímulo del amamantamiento prolonga el anestro posparto, sino que también interfieren complejas relaciones entre estímulos sensoriales y de comportamiento que afectan la relación entre la vaca y su propio ternero. Los efectos de dichas relaciones regulando el largo del anestro fueron descritos en los trabajos de Williams y col., 1987; Viker y col., 1989; Williams, 1990; Mc Vey y Williams, 1991; Silveira y col., 1993; Williams y col., 1993; Stevenson y col., 1994; Williams y Griffith, 1995; Griffith y Williams, 1996; Hoffman y col., 1996; Lamb y col., 1997; Lamb y col., 1999.

Los antecedentes revisados para nuestras condiciones indican que la utilización de tablillas nasales durante 13 días incrementa los porcentajes de concepción tanto en vacas multíparas como primíparas. Vacas sometidas a un destete temporario de larga duración con tablilla (de 11 a 14 días), presentaron incrementos en el porcentaje de preñez entre 16.2% y 40% en relación a las vacas que permanecieron amamantando a sus terneros (Simeone, 2000).

Orcasberro (1994) resumiendo información de trabajos nacionales, con destetes a corral y tablilla nasal desde 2 a 13 días, encontró una mejora del 30% promedio en la performance reproductiva. Los resultados obtenidos fueron variables entre trabajos en lo que respecta al desempeño reproductivo. Simeone (2000) destaca que ninguno de los trabajos evaluados por Simeone (1995) reporta efectos perjudiciales del destete temporario sobre el peso de los terneros al destete. Rodríguez Blanquet (2002) reporta, para nuestras condiciones de producción, un incremento de 22,5% (promedio de cuatro años) en el reinicio de la actividad cíclica ovárica en vacas multíparas con destete temporario de 14 días (tablilla nasal) cuando son comparadas con las no destetadas.

El destete temporario a corral implica la separación física del ternero y su madre durante un período variable de tiempo. Dicha separación deberá, necesariamente, aislar al ternero impidiendo el contacto visual, auditivo y olfativo con su madre. De esta manera se interrumpe, temporalmente, el vínculo vaca-ternero planteado por Williams y Griffith (1995) como requisito para el control de la anovulación a través del amamantamiento.

Shively y Williams (1989) observaron un incremento lineal en los pulsos de LH durante las primeras 96 horas de aislamiento. El regreso de los terneros 48 o 72 horas posdestete provocó un marcado descenso en la frecuencia de pulsos de LH en las vacas que no ovularon. Estos autores sugieren que, para maximizar la respuesta neuroendócrina y ovárica del destete temporario, son necesarias al menos 96 horas de aislamiento.

Los efectos del amamantamiento y el estado nutricional rara vez actúan en forma independiente; generalmente interactúan para provocar distintos grados de anestro. Situaciones de subnutrición severa imponen una mayor

restricción que el amamantamiento para la salida del anestro, de tal forma que vacas en mal estado nutricional no responderían al efecto del destete temporario. En el otro extremo, vacas en muy buen estado nutricional tampoco responderían, pues tendrían períodos cortos de anestro. Los mejores resultados parecen obtenerse cuando se realiza el destete temporario en vacas que se encuentran en estado corporal 3.5 – 4.0 (escala de 8 puntos) y ganando peso (Orcasberro, 1994).

El destete temporario podría afectar también la performance reproductiva, a través de la reducción en la producción de leche y la consiguiente mejora de la condición corporal. Evidencia de esto es el trabajo de Soca y col. (1992), citado por Simeone (2000), en el que vacas pastoreando campo natural pasan de producir 6 litros de leche diarios a 4 luego de ser sometidas al destete temporario.

2.2.2.1.2 Destete precoz

El destete precoz consiste en la separación definitiva del ternero entre los 60 y 90 días posparto. Con esta técnica se intenta acortar en intervalo parto-primera ovulación sin comprometer el crecimiento futuro de los terneros. La interrupción de la lactancia es la estrategia para modificar la partición interna de nutrientes promoviendo el reinicio de la actividad sexual.

Para nuestras condiciones, Sapelli y Tafernaberry (1989) observaron que el destete precoz a los 60 días posparto mejoró el porcentaje de preñez en vacas Hereford pastoreando campo natural. El mayor efecto de esta técnica se logró en vacas primíparas y/o en estado corporal menor a 4.

Para vacas primíparas en condición corporal entre 3.5 y 4 al parto (en escala de 8 puntos), Lacuesta y Vázquez (2001) encontraron que esta técnica resultó ser una buena alternativa para acortar el anestro posparto en condiciones extensivas. Sería esperable que el 50% de las vacas destetadas ovulen a los 18 días de realizado el destete y la totalidad de las vacas presente actividad ovárica a los 31 días. El 25% de las vacas que mantuvieron su ternero al pie permanecieron en anestro hasta el final del entore.

2.2.2.1.3 Presencia del macho.

En una revisión sobre bioestimulación realizada por Rodríguez Blanquet (2002), el autor encontró que el Efecto Toro en vacas multíparas presenta resultados neutros o positivos en las variables reproductivas para bovinos de carne.

El momento adecuado de ingreso de los toros, para obtener un efecto estimulante, estaría durante los primeros 30 días posparto. Luego del ingreso de los toros, éstos inducirían una señal que produce la liberación de GnRH del hipotálamo y la siguiente secreción de LH de la hipófisis. La naturaleza de la (s) señal (es) no es conocida en bovinos pero puede estar relacionada a feromonas o a otro tipo de señales (auditivas, táctiles, olfativas y/o visuales) (Rodríguez Blanquet, 2002).

En nuestras condiciones los resultados parciales obtenidos por Rodríguez Blanquet y col. (2000), cuando se introdujo un toro estéril en un rodeo de vacas en anestro a partir de la primer semana posparto, indican que sería una medida de manejo recomendable en vacas multíparas por presentar

efectos neutros o positivos en las variables reproductivas que tienen impacto sobre la eficiencia biológica y económica del rodeo de cría.

Iturralde y Ruske (1997) y Hernández y Mendoza (1999) no encontraron diferencias significativas sobre la duración del intervalo parto-primer celo ni parto-concepción en los tratamientos en que se expuso el rodeo a un toro estéril para los tres años del ensayo.

2.2.3 Métodos combinados

Otra posibilidad para el control del anestro posparto es la combinación de métodos hormonales con métodos biológicos. Dentro de este ítem se describirán las combinaciones que incluyan progestágenos y/o benzoato de estradiol con destete temporario.

2.2.3.1 Destete temporario y benzoato de estradiol.

Callejas y col. (1995), determinando el efecto del destete temporario (de 80 horas de duración) sólo o combinado con benzoato de estradiol (0.5 mg) sobre la reactivación sexual posparto, establecieron que el destete temporario tuvo un efecto positivo sobre la tasa de celo y de ovulación. Al combinarse con benzoato de estradiol se produjo un alto número de celos falsos, no lográndose mejoras reproductivas con respecto al destete temporario solo. El destete fue realizado 33 ± 5 días posparto; el benzoato de estradiol fue inyectado

intramuscularmente a 48 horas del comienzo del destete y el 100% de los animales se encontraron en anestro al momento de realizar los tratamientos.

Cuando el destete temporario (DT) realizado en animales en anestro no ejerce un efecto estimulador, la combinación con benzoato de estradiol mejoraría los resultados obtenidos en relación al destete temporario solo (Callejas y col., 1995).

2.2.3.2 Progestágeno y destete temporario.

La separación de los terneros luego de removido un implante con progestágeno (Syncro-Mate B) fue planteada como una práctica recomendada para vacas de carne amamantando. Esta práctica incrementa la respuesta al estro y sincroniza la tasa de preñez en animales inseminados (Kiser y col., 1980).

El tratamiento que combinó progestágeno durante 14 días (MGA; acetato de melengesterol) y DT de 48 horas fue efectivo en adelantar las preñeces aunque indujo ciclos estrales solamente en un pequeño porcentaje de los animales tratados cuando son comparados con el control (sin MGA ni DT) (Yelich y col., 1995).

Borges y Gregory (2003) utilizando CRESTAR y DT de 72 horas en animales en anestro concluyen que el beneficio del tratamiento estaría dado por una concentración de las preñeces a comienzo del entore mas que por un aumento en las tasas de ovulación.

Una revisión realizada por Odde (1990), muestra resultados inconsistentes del destete temporario asociado a progestágenos al no encontrar ventajas sobre la tasa de preñez en relación a los no destetados. El autor no especifica el nivel de ciclicidad de los animales tratados.

2.2.3.2 Progestágeno, destete temporario y benzoato de estradiol.

Son escasos los antecedentes que combinan progestágenos con DT y BE. Doray y col. (1995) utilizando esponjas artesanales con MAP, un DT de 48 horas y 0.4 mg de BE al retirar el dispositivo no obtuvieron diferencias significativas para las variables %Celo, %Ovulación, intervalo tratamiento-celo y fertilidad con relación al control (animales tratados únicamente con progestágeno). Este resultado corresponde a vacas en anestro, 55 días posparto y en adecuada condición corporal.

Arteche y col. (2003) probando CIDR con DT de 48 horas y 1.0 mg de BE a las 24 horas de removido el implante obtuvieron 64.6% de preñez en vacas de buena condición corporal cuya actividad cíclica pretratamiento no fue determinada. Estos autores obtuvieron superioridad estadística del tratamiento sobre el control (DT de 48 horas y monta natural por 60 días) para porcentaje de preñez con inseminación artificial a tiempo fijo.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

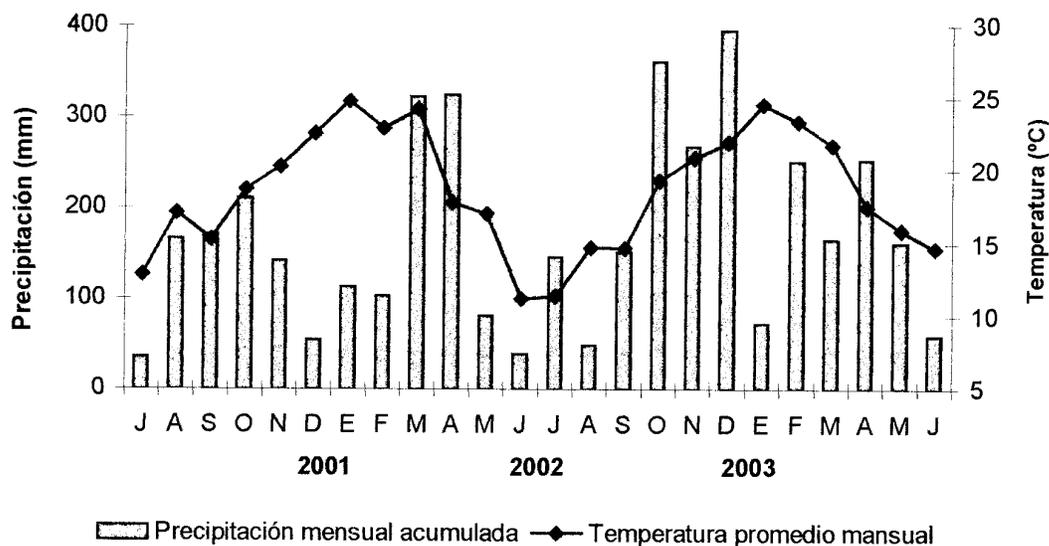
3.1.1 Localización espacial y temporal

El experimento fue realizado en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía (EEFAS) en el departamento de Salto a 21 km de la capital departamental sobre la ruta 31 al Este. Comenzó en el mes de Agosto de 2001 y finalizó en Enero de 2003. En este período quedan comprendidas las pariciones tempranas (Agosto a fin de Setiembre) y las tardías (Octubre a fin de Noviembre) de dos años consecutivos.

3.1.2 Clima

El Gráfico 3.1 resume la información correspondiente a precipitación acumulada mensual y temperatura promedio mensual registrada en la EEFAS durante el período Julio 2001 - Junio 2003.

Gráfico 3.1 - Precipitación acumulada y temperatura promedio para el período Julio 2001 - Junio 2003.



Fuente: Resúmenes meteorológicos de la EEFA.

3.1.3 Suelo y pasturas

Los suelos comprendidos en el ensayo pertenecen a la unidad Itapebí-Tres Árboles (I-TA) correspondientes al grupo 12.11 de la clasificación CONEAT. Dominan en esta unidad Brunosoles Éutricos Típicos limo-arcillosos moderadamente profundos. El relieve es de valles y lomadas suaves extendidas de materiales de origen basáltico. El drenaje es moderadamente bueno a algo pobre y la fertilidad alta a muy alta. Predominan praderas invernales típicas de tapiz denso.

3.1.4 Animales

Se utilizaron 86 vacas primíparas (3 y 4 años) y 189 multíparas (4 a 9 años) de raza Hereford y cruce Hereford x Angus todas con cría al pie. Animales entre el día 27 y el 91 posparto, en anestro y habiendo parido normalmente.

El siguiente cuadro resume las características de los animales al parto y al comienzo de los tratamientos así como la distribución de las pariciones según Año y Categoría.

Cuadro 3.1 - Valores promedio de Peso y Estado Corporal al parto, Peso y Estado Corporal al día 0 y número de observaciones según Año y Categoría.

| <i>Año Categoría</i> | <i>Peso parto</i> | <i>EC parto</i> | <i>Peso día 0</i> | <i>EC día 0</i> | <i>Parición temprana</i> | <i>Parición tardía</i> |
|----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| <i>2001 Primíparas</i> | 344 | 3.88 | 346 | 3.46 | 41 | 0 |
| <i>2001 Multíparas</i> | 405 | 4.04 | 413 | 3.72 | 89 | 22 |
| <i>2002 Primíparas</i> | 366 | 3.53 | 366 | 3.45 | 42 | 3 |
| <i>2002 Multíparas</i> | 394 | 3.55 | 399 | 3.63 | 35 | 43 |

Referencias:

Peso en Kg.

EC - Estado Corporal (escala de 8 puntos: 1-muy flaco, 8-muy gordo)

Día 0 - Día de colocación de la esponja

3.1.5 Área experimental

Las vacas pastorearon potreros de campo natural agrupadas según proximidad al parto. En la medida en que los partos se sucedían los animales pasaron a un nuevo potrero formando los lotes de parición temprana y tardía respectivamente.

Los terneros destetados temporariamente permanecieron aislados a 1000 metros aproximadamente de sus madres en los corrales de espera. Éstos fueron acondicionados para proporcionar agua, sombra y alimento durante los 5 días de aislamiento. El alimento suministrado fueron fardos de buena calidad de *Medicago sativa* (alfalfa) el año 2001 y de pradera convencional el año 2002.

3.2 TRATAMIENTOS

La asignación de las vacas a cada tratamiento tuvo en cuenta edad, fecha de parto y categoría (primíparas y multíparas).

A todas se les colocó intravaginalmente una esponja de poliuretano impregnada con 250 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (**MAP**) durante 7 días con la ayuda de un vaginoscopio.. Previo a la colocación se inyectó la esponja con 50 mg de Oxitetraciclina para prevenir infecciones locales. La remoción de la esponja se realizó manualmente y las vacas que la perdieron fueron retiradas del experimento.

Los Tratamientos fueron:

1. esponja y aplicación de 0.5 mg de Benzoato de Estradiol a 24 horas de remoción de la misma (**MAP+BE, n=88**)
2. esponja y aplicación de un destete temporario a corral durante 5 días comenzando al momento de remoción de la misma (**MAP+DT, n=92**)
3. esponja, aplicación de 0.5 mg de Benzoato de Estradiol a 24 horas de remoción de la misma y destete temporario a corral durante 5 días comenzando al momento de remoción de la esponja (**MAP+BE+DT, n=95**).

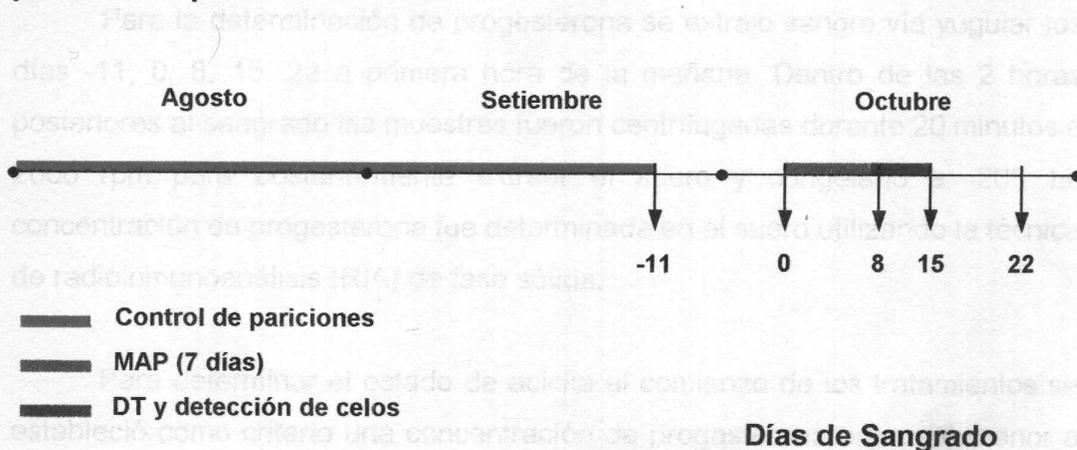
3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A partir del mes de Agosto se realizó control de parición diario registrando los partos, sus características, sexo de los terneros e identificación de los mismos utilizando caravanas. Con las vacas paridas en Agosto y Setiembre se formó el lote de parición temprana y con las paridas en Octubre y Noviembre el de parición tardía.

Con ambos lotes se procedió de igual modo con diferencia en las fechas de comienzo. Considerando la colocación de la esponja como inicio de los tratamientos (día 0), se procedió al sangrado de los animales los días -11, 0, 8, 15 y 22. El implante intravaginal fue removido a 7 días de colocado y 24 horas después se inyectó benzoato de estradiol (Laboratorio Dispert) a los animales de los tratamientos **MAP+BE** y **MAP+BE+DT**. El destete temporario se realizó

al momento de retirar la esponja y tuvo una duración de 5 días. A los terneros destetados se les suministró fardo a razón de 5 kg por animal y por día, agua y sombra, manteniéndolos aislados espacialmente de sus madres. Entre los días 7 y 12 se realizó determinación de celos.

Figura 3.1 - Cronograma de actividades correspondiente al grupo de parición temprana.



Día 8: aplicación de benzoato de estradiol a los tratamientos MAP+BE y MAP+BE+DT.

La Figura 3.1 esquematiza el protocolo seguido en un lote de parición temprana. Éste se repite para el lote de parición tardía comenzando control de parición al finalizar el primer lote. La realización del experimento en los animales de parición tardía coincide con el entore del resto de los animales de la estación por lo que no existió un aislamiento de las vacas con respecto a los toros.

Tanto las vacas como los terneros no destetados permanecieron pastoreando campo natural en un mismo potrero y todos los animales fueron sometidos al plan sanitario ordinario de la Estación Experimental.

3.4 REGISTROS

3.4.1 Registros reproductivos

Para la determinación de progesterona se extrajo sangre vía yugular los días -11, 0, 8, 15, 22 a primera hora de la mañana. Dentro de las 2 horas posteriores al sangrado las muestras fueron centrifugadas durante 20 minutos a 2000 rpm para posteriormente extraer el suero y congelarlo a -20°. La concentración de progesterona fue determinada en el suero utilizando la técnica de radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida.

Para determinar el estado de aciclia al comienzo de los tratamientos se estableció como criterio una concentración de progesterona en suero menor a 0.5 ng en los días -11 y 0. Perry y col. (1991) demostraron con ultrasonografía que concentraciones de progesterona > 0.5 ng/ml son suficientes para indicar la presencia de un cuerpo lúteo en vacas amamantando.

La actividad lútea durante el ensayo fue caracterizada de acuerdo con Fike y col. (1997). El esquema de los perfiles de progesterona se ilustra en la Figura 3.2.

Tipo 1 - anestro aquellas vacas que tengan concentraciones de progesterona menores a 0.5 ng/ml en los días 8, 15 y 22

Tipo 2 - cuerpo lúteo de vida corta (ciclo estral corto) aquellas vacas que tengan concentraciones basales de progesterona en los días 0 y 8, un

incremento mayor a 0.5 ng/ml en el día 15 pero vuelvan a valores basales en el día 22

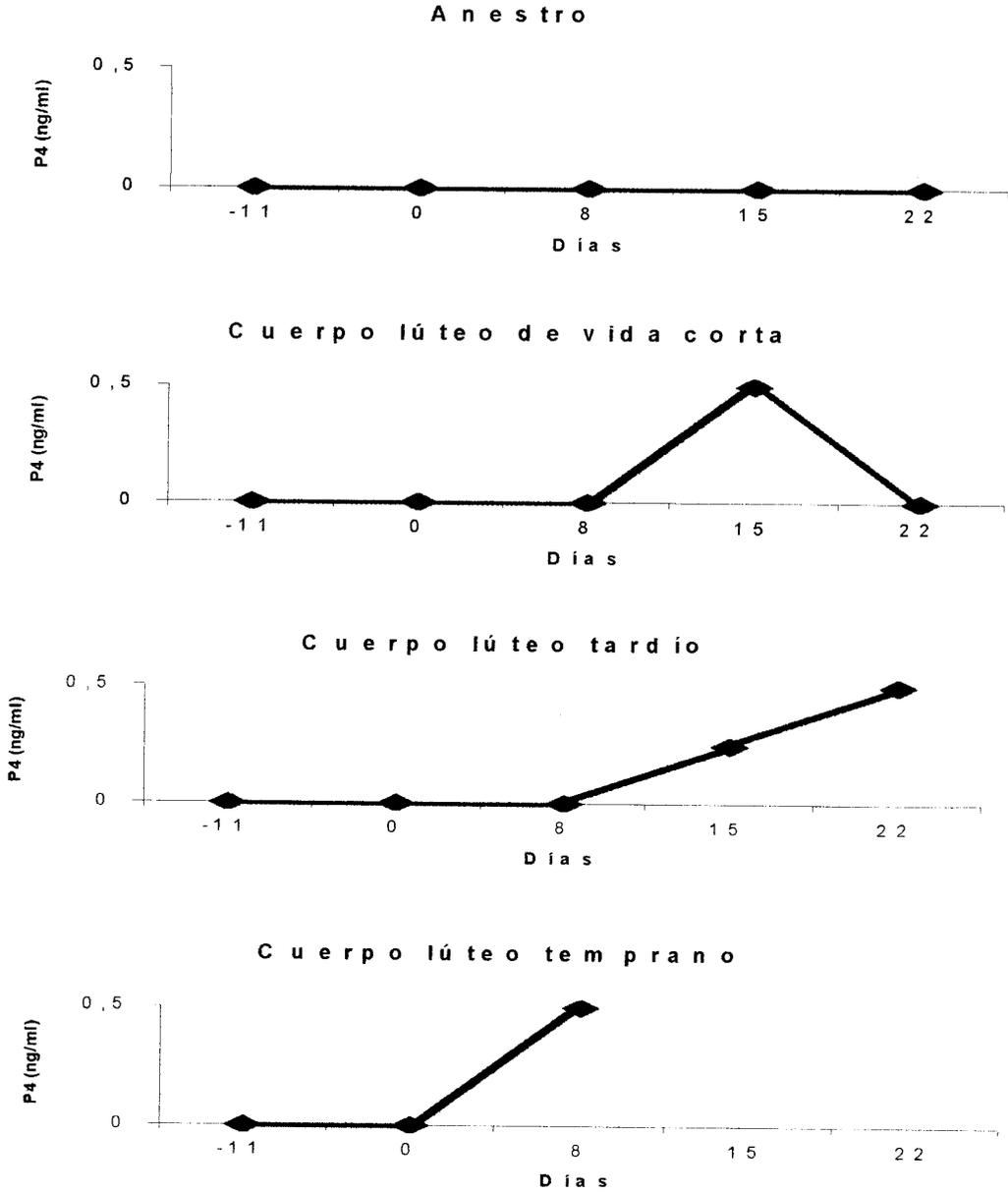
Tipo 3 - cuerpo lúteo tardío aquellas vacas con concentraciones basales de progesterona en los días 0 y 8, seguidos por un incremento no mayor a 0.5 ng/ml en el día 15, pero con valores mayores a 0.5 ng/ml en el día 22

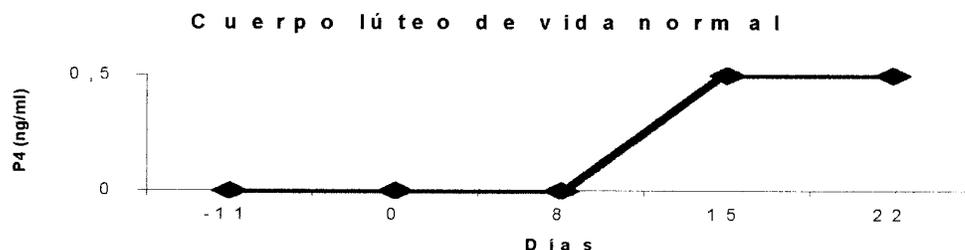
Tipo 4- cuerpo lúteo temprano aquellas vacas con concentraciones basales de progesterona en el día 0 y que superen un valor de 0.5 ng/ml en el día 8 serán considerados en metaestro en el día 0 o que hubieran ovulado en el período de 7 días con esponja

Tipo 5 - cuerpo lúteo de vida normal (ciclo estral normal) aquellas vacas que presenten concentraciones basales de progesterona los días 0 y 8 y que éstas se eleven a valores mayores a 0.5 ng/ml en los días 15 y 22.

Se considera que formaron cuerpo lúteo los animales con perfiles de progesterona del Tipo 2, 3, 4 y 5 (levantan el anestro).

Figura 3.2 – Perfiles de progesterona (P4) según clasificación de Fike y col. (1997).





La determinación de celo se realizó entre los días 7 y 12, dos veces por día con un intervalo de 10 a 12 horas por espacio mínimo de 45 minutos.

3.4.2 Registros de estado corporal y peso

Se determinó estado corporal y peso al parto (semanalmente) y al momento de colocar la esponja a primera hora de la mañana. Se utilizó una escala de condición corporal por apreciación visual de 8 puntos (1 animales muy flacos y 8 animales muy gordos). Las estimaciones fueron realizadas siempre por el mismo observador.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La respuesta ovulatoria de las vacas a los tratamientos fue determinada por concentración de progesterona y comportamiento sexual. La hipótesis, en la que se basa el presente experimento es que, el tratamiento que combina progestágeno con benzoato de estradiol y destete temporario induce y

sincroniza mejor los celos y ovulaciones en comparación con los restantes tratamientos.

Para el análisis de los porcentajes (o proporciones) se planteó un modelo lineal generalizado con función de enlace logit [$\text{logit}(p)=\log(p/(1-p))$, donde p es la proporción de casos de interés] y distribución binomial de la variable, utilizando el procedimiento GENMOD del Sistema de Análisis Estadístico SAS (1997).

El modelo contiene como efectos fijos el Año (A), Categoría (primíparas y multíparas; C), Momento de Parto (parición temprana o tardía; MP), Tratamiento (T), Estado Corporal al aplicar los tratamientos (grupos ≤ 3.5 y ≥ 4.0 ; EC), Intervalo Parto-comienzo de Tratamiento (grupos ≤ 49 y ≥ 50 ; IPT en días) y las interacciones simples con Tratamiento.

Los porcentajes analizados fueron:

- porcentaje de Celos (**%C**) (vacas en celo sobre el total de animales por 100), modelo:

$$\text{logit } (\%C/100) = \mu + A + C + MP + T + EC + IPT + AxT + CxT + MPxT + ECxT + IPTxT + \varepsilon$$

- porcentaje de vacas con Formación de Cuerpo Lúteo total (**%FCL total**) (vacas con FCL sobre el total de vacas por 100), modelo:

$$\text{logit } (\%FCL/100) = \mu + A + C + MP + T + EC + IPT + AxT + CxT + MPxT + ECxT + IPTxT + \varepsilon$$

- porcentaje de vacas con Formación de Cuerpo Lúteo tipo 2 total (**%FCL tipo 2 total**) (vacas con FCL tipo 2 sobre el total de vacas por 100), modelo:

$$\text{logit (\%FCL tipo 2/100)} = \mu + A + C + MP + T + EC + IPT + AxT + CxT + MPxT + ECxT + IPTxT + \varepsilon$$

- porcentaje de vacas con Formación de Cuerpo Lúteo que manifestaron celo (**%FCL y celo**) (vacas con FCL con celo detectado sobre vacas que mostraron celo por 100), modelo:

$$\text{logit (\%FCL y celo/100)} = \mu + A + C + MP + T + EC + IPT + AxT + CxT + MPxT + ECxT + IPTxT + \varepsilon$$

La variable Intervalo fin del Tratamiento con progestágeno - detección de Celo (**ITC; horas**), se analizó con un modelo lineal general, utilizando el procedimiento GLM del Sistema de Análisis Estadístico SAS (1997), modelo:

$$\text{ITC} = \mu + A + C + MP + T + EC + IPT + AxT + CxT + MPxT + ECxT + IPTxT + \varepsilon$$

Posteriormente se analizaron los datos para la variable **ITC** para 2001 y 2002 (por separado) utilizando el mismo procedimiento, modelo:

$$\text{ITC} = \mu + C + MP + T + EC + IPT + CxT + MPxT + ECxT + IPTxT + \varepsilon$$

Los promedios se compararon, para los diferentes factores, utilizando pruebas de razón de verosimilitud (Chi-cuadrado) en el caso de porcentajes y

prueba DMS de comparación de medias ajustadas, para el Intervalo fin de Tratamiento – detección de Celo.

Para establecer diferencias estadísticas se utilizó un nivel de significancia del 10% de probabilidad de cometer error tipo I ($P \leq 0.1$).

4 RESULTADOS

En la comparación entre los grupos correspondientes a cada tratamiento no se encontraron diferencias significativas para Peso y Estado Corporal al parto, Peso y Estado Corporal al colocar la esponja ni para el Intervalo Parto-Tratamiento ($P>0.15$). En el siguiente cuadro se resumen sus valores promedio.

Cuadro 4.1 - Número de animales y valores promedio de Peso y Estado Corporal al parto, Peso y Estado Corporal al día 0 e Intervalo Parto-Tratamiento según Año y Categoría.

| <i>Año</i> | <i>Categoría</i> | <i>Número</i> | <i>Peso parto</i> | <i>EC parto</i> | <i>Peso día 0</i> | <i>EC día 0</i> | <i>IPT</i> |
|------------|-------------------|---------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------|
| 2001 | <i>Primíparas</i> | 41 | 344.2 | 3.88 | 346.2 | 3.46 | 53.4 |
| 2001 | <i>Múltiparas</i> | 111 | 404.9 | 4.04 | 412.9 | 3.72 | 56.8 |
| 2002 | <i>Primíparas</i> | 46 | 365.9 | 3.53 | 366.3 | 3.45 | 57.4 |
| 2002 | <i>Múltiparas</i> | 77 | 394.4 | 3.55 | 398.9 | 3.63 | 54.4 |

Referencias:

Peso en Kg.

EC - Estado Corporal (escala de 8 puntos: 1-muy flaco, 8-muy gordo)

Día 0 - Día de colocación de la esponja

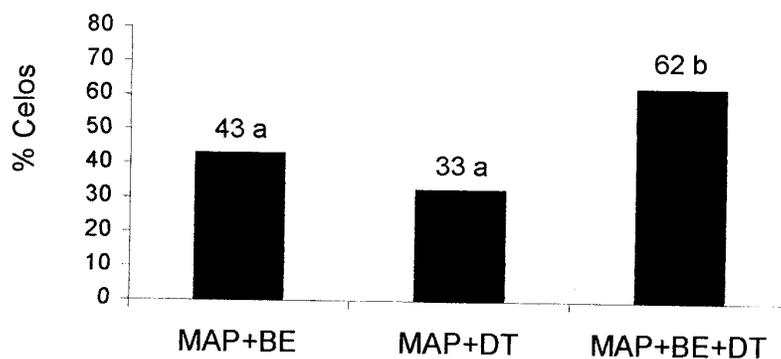
IPT - Intervalo Parto-Tratamiento en días

Al retirar los dispositivos intravaginales no se registraron infecciones locales y las pérdidas se ubicaron en el entorno del 5% como promedio de los 2 años.

Para la variable **%Celo** se encontró efecto de los Tratamientos ($P=0.01$), del Momento de Parto ($P=0.05$) y de la interacción Momento de Parto-Tratamiento ($P=0.03$). Año, Categoría, Estado Corporal al día 0, Intervalo Parto-Tratamiento y las interacciones con Tratamiento no tuvieron efecto sobre esta variable ($P>0.10$) (Anexo 1).

El **MAP+BE+DT** resultó superior en la variable **%Celo** con relación a **MAP+DT** ($P=0.007$) y **MAP+BE** ($P=0.06$) para la totalidad de los animales. El Gráfico 4.1 presenta los valores porcentuales de la variable analizada para los tres tratamientos. **MAP+BE** y **MAP+DT** no difieren significativamente ($P>0.35$).

Gráfico 4.1 - Porcentaje de Celos según Tratamiento



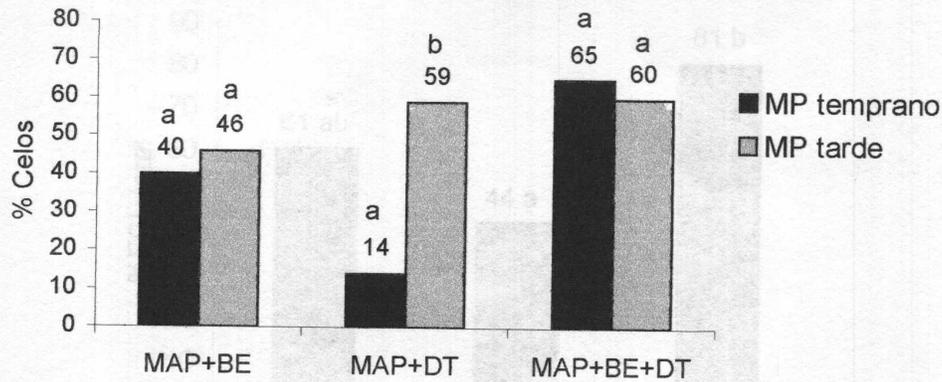
Referencias:

Letras a y b difieren entre sí ($P<0.1$)

En los animales de parición tardía el **%Celo** fue de 54.9% mientras que para los de parición temprana fue de 36.8%. Estos valores difieren estadísticamente entre sí ($P=0.06$).

En lo que respecta a la interacción **Momento de Parto-Tratamiento**, los tratamientos resultaron diferentes para el **Momento de Parto temprano** ($P<0.01$) e iguales para el **Momento de Parto tardío** ($P>0.45$) como se observa en el Gráfico 4.2.

Gráfico 4.2 - Porcentaje de Celos según Tratamiento y Momento de Parto



Referencias:

MP- Momento de Parto

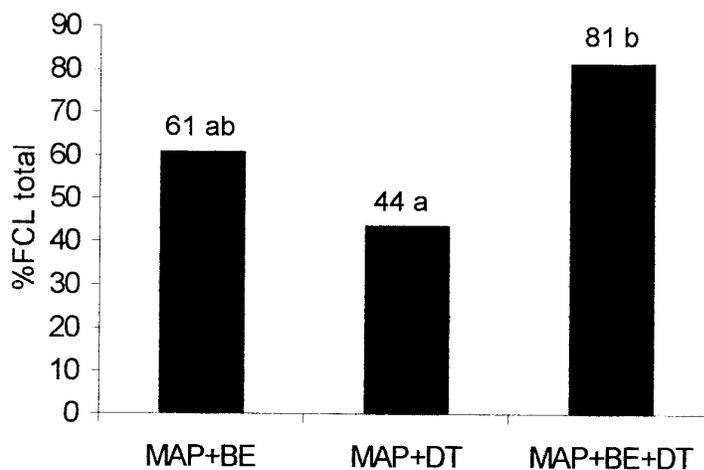
Letras a y b difieren entre sí ($P < 0.1$) según Momento de Parto para cada tratamiento

En las vacas que parieron temprano, el tratamiento **MAP+BE+DT** fue superior en **%Celo** a los otros dos ($P < 0.008$), encontrándose diferencia significativa entre estos últimos ($P = 0.003$). Entre Momento de Parto solo se obtuvo diferencia significativa para **MAP+DT** ($P = 0.004$) (Gráfico 4.2).

El porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo total (**%FCL total**) fue afectado por los Tratamientos ($P = 0.05$) y por el Momento de Parto ($P < 0.0001$). Año, Categoría, Estado Corporal al día 0, Intervalo Parto-Tratamiento, sus interacciones con Tratamiento así como la interacción Momento de Parto-Tratamiento no tuvieron efecto sobre la variable ($P > 0.10$) (Anexo 1).

El tratamiento **MAP+BE** no se diferenció estadísticamente de **MAP+DT** y **MAP+BE+DT** ($P > 0.10$) mientras que éstos últimos difieren entre sí ($P = 0.02$) (Gráfico 4.3).

Gráfico 4.3 – Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo total según Tratamiento

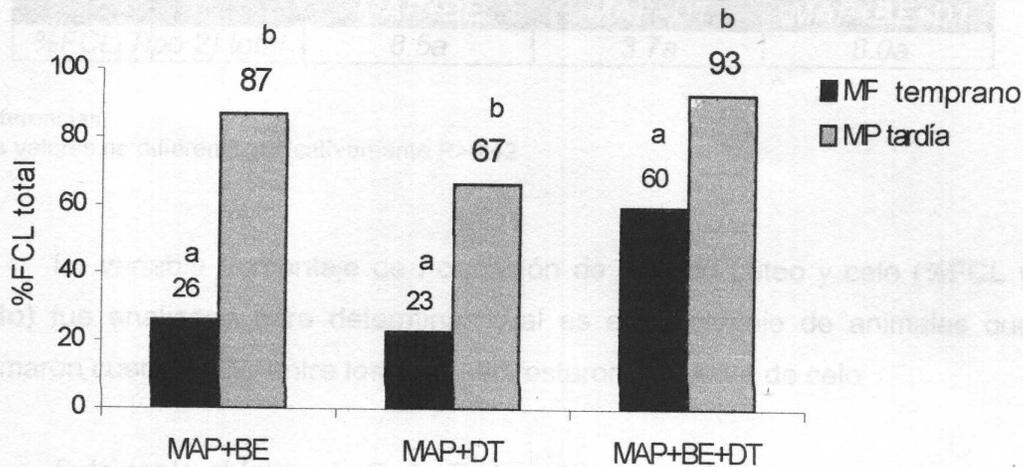


Referencias:

Letras a y b difieren entre sí ($P < 0.1$)

Las vacas de parición tardía presentaron un valor superior en **%FCL total** a las de parición temprana (85% vs. 35%) ($P < 0.0001$). Cada tratamiento difiere estadísticamente para los dos momentos de parto ($P < 0.04$) (Gráfico 4.4).

Gráfico 4.4 – Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo total según Tratamiento y Momento de Parto



Referencias:

MP- Momento de Parto

Letras a y b difieren entre sí ($P < 0.1$) según Momento de Parto para cada tratamiento

En las vacas de parición temprana, el tratamiento **MAP+BE+DT** se mostró superior a los otros tratamientos para **%FCL total** ($P < 0.004$) siendo éstos últimos iguales entre sí. En las vacas de parición tardía los resultados no difieren estadísticamente entre sí ($P > 0.15$).

Parte de los cuerpos lúteos formados correspondieron al Tipo 2 (cuerpos lúteos de vida corta; ver capítulo 3.4.1). Ninguno de los factores analizados en el presente experimento tuvo efecto sobre la variable **%FCL(Tipo 2) total** ($P > 0.17$). El Cuadro 4.2 presenta los valores obtenidos para dicha variable discriminados por Tratamiento.

Cuadro 4.2 – Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo Tipo 2 total según Tratamiento.

| | <i>MAP+BE</i> | <i>MAP+DT</i> | <i>MAP+BE+DT</i> |
|---------------------------|---------------|---------------|------------------|
| <i>%FCL(Tipo 2) total</i> | <i>8.5a</i> | <i>3.7a</i> | <i>8.0a</i> |

Referencias:

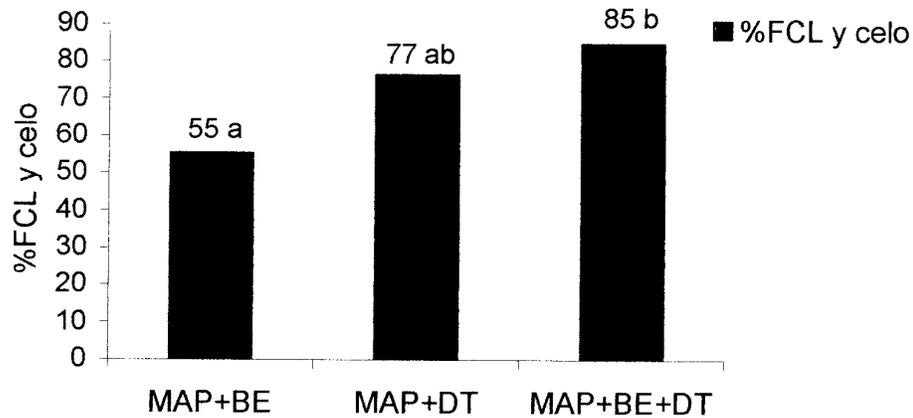
Los valores no difieren significativamente $P>0.42$

La variable porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo y celo (**%FCL y celo**) fue analizada para determinar cual es el porcentaje de animales que formaron cuerpo lúteo entre los que manifestaron conducta de celo.

Solamente el Intervalo Parto-Tratamiento tuvo efecto sobre esta variable ($P=0.07$). En los animales con Intervalo Parto-Tratamiento ≥ 50 el **%FCL y celo** fue mayor en relación a los animales con Intervalo Parto-Tratamiento ≤ 49 (85.3 y 58.5 respectivamente).

Tanto Año como Categoría, Estado Corporal al día 0, Momento de Parto y sus interacciones con Tratamiento así como la interacción Intervalo Parto-Tratamiento-Tratamiento no tuvieron efecto sobre la variable **%FCL y celo** ($P>0.10$) (Anexo 1). Los Tratamientos tampoco tuvieron efecto sobre la variable ($P=0.24$). Los tratamientos **MAP+BE+DT** y **MAP+BE** difieren estadísticamente ($P=0.09$) mientras que las restantes comparaciones no difieren ($P>0.37$) (Gráfico 4.5).

Gráfico 4.5 – Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo y celo según Tratamiento

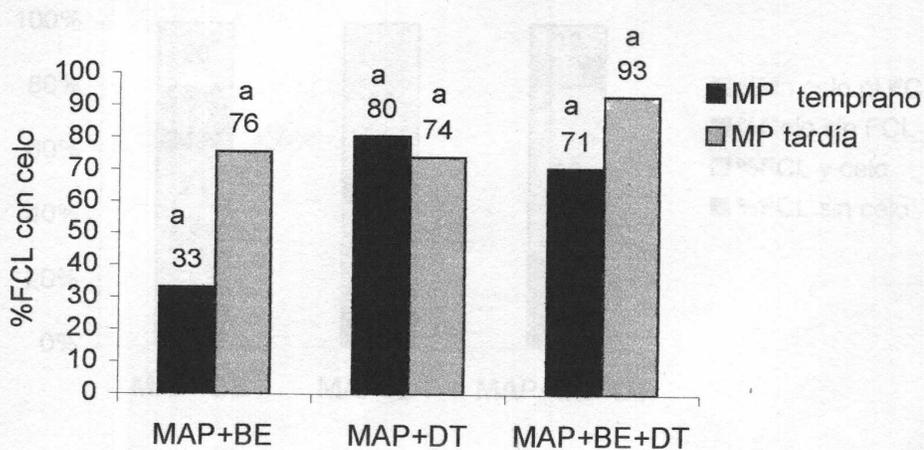


Referencias:

Letras a y b difieren entre sí ($P < 0.1$)

Solo se encontró diferencia de los tratamientos **MAP+DT** y **MAP+BE+DT** con respecto al **MAP+BE** ($P < 0.10$) en las vacas de parición temprana pero no en las de parición tardía ($P > 0.39$) como lo indica el Gráfico 4.6.

Gráfico 4.6 – Porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo y celo según Tratamiento y Momento de Parto



Referencias:

MP- Momento de Parto

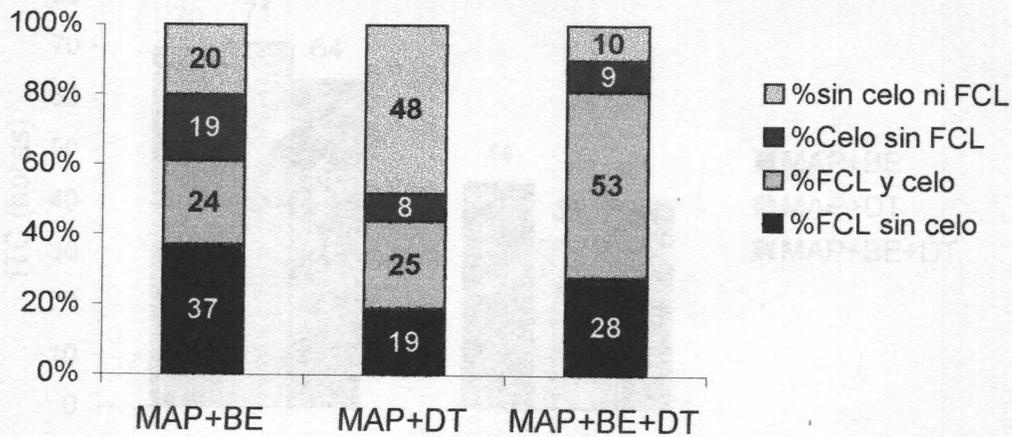
Comparaciones según Momento de Parto para cada tratamiento ($P < 0.1$)

No se encontraron diferencias estadísticas para los tratamientos según los diferentes momentos de parto ($P > 0.15$).

El efecto del Año, Categoría, Momento de Parto, Tratamiento, Estado Corporal e Intervalo Parto-Tratamiento y las interacciones simples de éstos factores con Tratamiento sobre las variables **%Celo**, **%FCL total** y **%FCL y celo** se resume en los Anexos 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

El gráfico resume los resultados correspondientes a los efectos de los tratamientos sobre las variables **%Celo**, **%FCL total** y **%FCL y celo**. La suma de las proporciones %sin celo ni FCL y %celo sin FCL corresponde a los animales que no podrían concebir luego de los tratamientos.

Gráfico 4.7 - Presencia de actividad ovárica y celo (%) según Tratamiento



El Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (ITC) fue afectado por el Año ($P < 0.0001$), la Categoría ($P = 0.004$), Momento de Parto ($P < 0.0001$), la interacción Categoría-Tratamiento ($P = 0.08$) y la interacción Momento de Parto-Tratamiento ($P = 0.05$). Las vacas primíparas y multíparas presentaron valores de 50.1 ± 2.2 y 57.4 ± 1.1 horas respectivamente ($P = 0.004$). Para las vacas de parición temprana que presentaron celo se registró un ITC promedio de 68.2 ± 1.2 diferente ($P < 0.0001$) al registrado para vacas de parición tardía (39.3 ± 2.1).

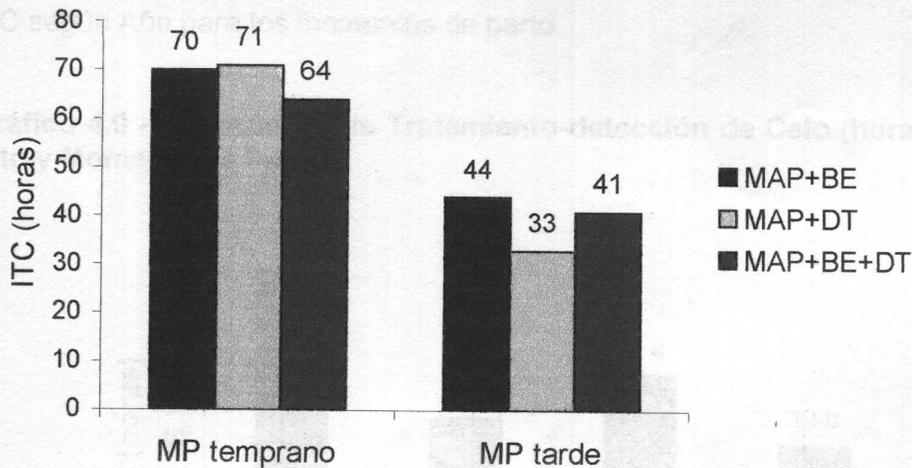
Referencias:

MP - Momento de Parto

Las diferencias en la actividad ovárica entre los tratamientos ($P < 0.10$)

El MAP+BE+DT presentó menor ITC (63.8 ± 1.4) que los otros tratamientos (70.2 ± 1.8 , MAP+BE, 70.6 ± 2.0 , MAP+DT) ($P < 0.006$) en las vacas de parición temprana pero no en las de parición tardía ($P > 0.05$) donde no se obtuvieron diferencias estadísticas para la misma comparación (Cuadro 4.3). Cada tratamiento presentó, en parición temprana, un valor superior y diferente ($P < 0.0001$) al valor registrado en parición tardía.

Gráfico 4.8 - Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (horas) según Tratamiento y Momento de Parto



Referencias:

MP- Momento de Parto

ITC- Intervalo fin del Tratamiento con progestágeno-detección de celo (horas)

Cuadro 4.3 - Valores de Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (horas) y errores estándares según Tratamiento y Momento de Parto

| | MAP+BE | MAP+DT | MAP+BE+DT |
|-------------|--------------|--------------|---------------|
| MP temprano | 70.2 ± 1.8 a | 70.6 ± 2.9 a | 63.8 ± 1.4 b |
| MP tarde | 43.9 ± 3.9 c | 33.4 ± 4.1 d | 40.7 ± 2.7 cd |

Referencias:

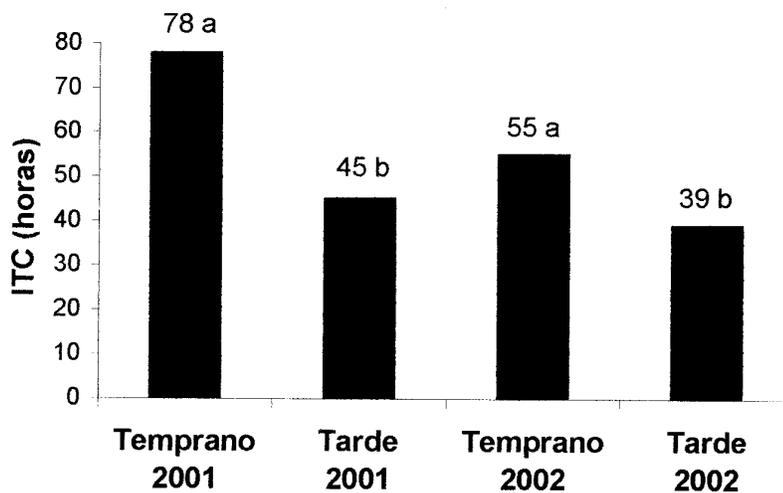
MP - Momento de Parto

Letras diferentes en la fila difieren significativamente P<0.10

El **MAP+BE+DT** presentó menor ITC (63.8 ± 1.41) que los otros tratamientos (70.2 ± 1.8 , **MAP+BE**; 70.6 ± 2.9 , **MAP+DT**) ($P < 0.006$) en las vacas de parición temprana pero no en las de parición tardía ($P > 0.05$) donde no se obtuvieron diferencias estadísticas para la misma comparación (Cuadro 4.3). Cada tratamiento presentó, en parición temprana, un valor superior y diferente ($P < 0.0001$) al valor registrado en parición tardía.

Al encontrarse efecto del Año ($P < 0.0001$) para ITC se analizaron los datos para los dos años por separado. El Gráfico 4.8 presenta los valores de ITC según Año para los momentos de parto.

Gráfico 4.9 - Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (horas) según Año y Momento de Parto



Referencias:

Letras a y b difieren entre sí ($P < 0.1$) según Momento de Parto para cada año

Los valores de ITC para Momento de Parto temprano fueron superiores ($P < 0.0001$) a los registrados en Momento de Parto tardío (78 vs. 45 horas y 55 vs. 39 horas) en ambos años respectivamente.

5 DISCUSIÓN

Períodos prolongados de anestro posparto impiden obtener un ternero por vaca y por año. Los tratamientos para inducir y sincronizar ciclos estrales en vacas en anestro podrían proveer soluciones a las empresas criadoras. Dichos tratamientos deberán tender a maximizar las tasas de preñez a costos relativamente bajos para representar un beneficio económico a los productores.

Para nuestras condiciones de producción existen métodos de inducción y sincronización con progesterona o progestágenos cuyos costos no permitirían su adopción masiva en la ganadería extensiva (CRESTAR, CIDR). Los dispositivos intravaginales utilizados en el presente experimento (esponjas artesanales) son una alternativa que permitiría lograr los objetivos productivos planteados con un costo acorde a los beneficios esperados.

Los datos del presente trabajo indican que la combinación de un progestágeno (MAP) con benzoato de estradiol y/o destete temporario en vacas en anestro puede: inducir la ovulación temprana en algunas vacas, incrementar el porcentaje de animales que exhiben ciclos estrales durante el entore y presumiblemente aumentar el porcentaje de vacas que conciban al primer servicio.

El largo del anestro posparto es determinado principalmente por el amamantamiento y la nutrición y/o balance energético (Short y col., 1990). Éstos factores interactúan entre sí de un modo poco claro. Tampoco es claro el efecto beneficioso que tendría una restricción en el amamantamiento acortando el anestro posparto cuando el plano nutricional es bajo (Stagg y col., 1998).

Para el rango de estados corporales del presente trabajo (2.5 a 5 en escala de 8 puntos), no se encontró efecto del mismo sobre las variables analizadas (%Celo, %FCL total, %FCL y celo, ITC). De todos modos, se deberá prestar especial atención al aplicar éstos métodos en animales con estados corporales muy pobres (<2.5) ya que el efecto de los tratamientos con progestágenos puede diferir entre animales en anestro nutricional y lactacional (Fike y col. 1997).

Una inadecuada frecuencia de pulsos de LH en el posparto temprano es el principal factor que impide la ovulación del folículo dominante. El desarrollo de un folículo dominante fue reportado a partir de las dos semanas luego del parto en vacas de carne amamantando (Roche, 2000). El fin de los tratamientos del presente trabajo es promover la correcta pulsatilidad de LH para lograr la ovulación y de esta manera acortar el anestro posparto.

Para inducir la ovulación, formación de un cuerpo lúteo de vida normal y conducta estral, se han probado varios tratamientos en vacas en anestro. Los progestágenos han sido efectivos en inducir la ovulación y la conducta estral en vacas en anestro (Lammoglia y col., 1998).

Roche (2000) reporta un incremento en la secreción de LH tanto durante como luego de un tratamiento con progestágeno. Una posible explicación a dicho incremento sería atribuible a un aumento en los depósitos de LH promovido por tratamientos cortos con progestágeno. La mayor secreción de LH al retirar el progestágeno mejora la producción de estradiol y maduración de los folículos ováricos al punto de provocar la ovulación (Fike y col., 1997). La exposición con progesterona antes de la inducción de la ovulación dará como resultado primeras fases luteales de duración normal (Yavas y Walton, 2000b).

El Cuadro 5.1 resume los resultados obtenidos en el presente trabajo con los diferentes tratamientos para las variables analizadas.

Cuadro 5.1 - Resumen de resultados para las variables %Celo, %FCL y %FCL y celo según Tratamientos.

| | <i>MAP+BE</i> | <i>MAP+DT</i> | <i>MAP+BE+DT</i> |
|----------------------|----------------|----------------|------------------|
| <i>%de Celo</i> | <i>42.8 a</i> | <i>32.5 a</i> | <i>62.3 b</i> |
| <i>%FCL total</i> | <i>60.6 ab</i> | <i>43.5 b</i> | <i>81.3 a</i> |
| <i>%FCL con celo</i> | <i>55.3 a</i> | <i>77.3 ab</i> | <i>84.8 b</i> |

Referencias:

Letras diferentes en la fila difieren significativamente $P < 0.10$

La aplicación de una inyección de benzoato de estradiol luego de un tratamiento con progestágeno puede inducir un pico de LH, la ovulación y la formación de un cuerpo lúteo de vida normal (Macmillan y Burke, 1996).

En el presente trabajo, con el tratamiento **MAP+BE** se obtuvieron los valores que se resumen en el Cuadro 5.1 para las variables **%Celo**, **%FCL total** y **%FCL y celo**. Este tratamiento es comparable con el realizado por Fike y col. (1997) donde se aplicó CIDR durante 7 días asociado a una inyección de 1 mg de BE 24 horas después de retirado el implante. Los resultados obtenidos por Fike y col. (1997) fueron 60%, 84% y 89% para las mismas variables respectivamente.

Los resultados de ambos tratamientos (CIDR+BE y **MAP+BE**) serían comparables más allá del dispositivo utilizado debido a los resultados obtenidos por Alberio y col. (1999b). Estos autores no encontraron diferencias significativas para %Celo y no retorno después de la inseminación artificial

sistemática, en un trabajo que comparó progestágeno (esponja impregnada en MAP) y progesterona (CIDR) ambos asociados a benzoato de estradiol.

La superioridad en la respuesta obtenida por Fike y col. (1997) para este tratamiento (CIDR+BE) podría estar explicada por una mejor condición corporal de los animales que no estaría limitando las funciones reproductivas a juicio de los autores de dicho trabajo (89% por encima de 3.5 en escala de 9 puntos). En el presente trabajo, mas del 50% de las vacas se encontraban por debajo del estado corporal considerado mínimo para un correcto desempeño reproductivo para nuestras condiciones de producción (Estado Corporal 4 en escala de 8 puntos, Simeone com. pers., 2001).

Otra posible explicación a las diferencias encontradas podría estar dada por las dosis de BE aplicadas. Fike y col. (1997) aplican la misma dosis que Lammoglia y col. (1998) determinaron óptima (1 mg de BE) para vacas de similares características. En el **MAP+BE** se utilizó una dosis (0.5 mg de BE) similar a la utilizada por Alberio y col. (1999a). Este último no encontró diferencias en las variables reproductivas probando dosis de 0.45 y 0.70 mg de BE 24 horas luego de retirar una esponja con MAP en animales semejantes a los utilizados en el presente experimento.

La diferencia entre la dosis utilizada por Fike y col. (1997) y la del presente trabajo estaría explicada, principalmente, por los tamaños y pesos de ambos grupos de animales (536 y 390 kg respectivamente). Por lo antes expuesto, no sería posible asegurar que la causa de las diferencias en los resultados esté explicada por las diferentes dosis que se utilizaron en ambas situaciones.

Alberio y col. (1999a) obtuvieron, con una esponja similar a la utilizada en el presente trabajo (impregnada en MAP) y una dosis de 0.45 mg de BE, un 69.6% para **%Celo** (tratamiento comparable al **MAP+BE** con el que se obtuvo 42.8% para la misma variable). En el trabajo no se menciona el nivel de ciclicidad de los animales tratados lo cual relativiza la comparación. Las restantes variables medidas en dicho trabajo no son comparables con **%FCL total** y **%FCL y celo** por medir porcentaje de no retorno luego de la inseminación artificial sistemática.

Con la variable **%Celo** se intenta cuantificar el grado de inducción de los tratamientos con respecto a la conducta estral. El método de detección de celos a campo presenta errores intrínsecos que disminuyen su eficiencia. En promedio, solo el 50 a 60% de los animales en celo son detectados a campo (Raquel Pérez Clariget., com. pers.). De todos modos los datos obtenidos permitirían aproximarse al nivel de reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.

El efecto de un destete temporario (DT) luego de un tratamiento con progestágeno (Syncro-Mate-B) es una práctica recomendada en vacas de carne amamantando para incrementar la respuesta al estro y sincronizar las ovulaciones (Kiser y col., 1980). Sin embargo la combinación de DT con progestágeno ha presentado resultados inconsistentes (Odde, 1990).

Shively y Williams (1989) observaron un incremento lineal en la frecuencia de pulsos de LH durante las primeras 96 hs posdestete en vacas en anestro. Luego del retorno de los terneros (previo a las 96 horas) la frecuencia de pulsos de LH disminuyó de forma lineal en las vacas que no ovularon.

El **MAP+DT** intenta capitalizar el aumento en la pulsatilidad de LH producida por el DT, asociada al efecto primming del progestágeno. Para las variables **%Celo**, **%FCL total** y **%FCL y celo** los resultados fueron: 32.5, 43.5 y 77.3 respectivamente. No se encontraron antecedentes que combinaran progestágenos con DT de duración similar al realizado en el presente trabajo.

Kiser y col. (1980) combinado Syncro-Mate-B con un DT de 48 hs obtuvieron 77% de celos y 46% de preñez luego de la inseminación a tiempo fijo en animales cuyo nivel de aciclia se desconocía. Yelich y col. (1995) utilizando un progestágeno durante 14 días (MGA) y DT de 48 horas registraron valores de 58.7% para FCL total para animales en anestro. Yelich y col. (1995) concluyen que el tratamiento fue efectivo en adelantar las preñeces aunque indujo ciclos estrales solamente en un pequeño porcentaje de los animales tratados (cuando son comparados con el control sin MGA ni DT).

Borges y Gregory (2003) utilizando CRESTAR y DT de 72 horas en animales multíparos cruza (Charolais x Nelore x Hereford) en anestro obtuvieron valores de 75.8 para **%Celo**, 48.2 para **%FCL total** y 63.6 para **%FCL y celo**. En este trabajo se concluye que el beneficio del tratamiento estaría dado por una concentración de las preñeces a comienzo del entore mas que por un aumento en las tasas de ovulación. Éstos resultados podrían ser comparables con los del presente trabajo (32.5%, 43.5% y 77.3% respectivamente) por tratarse de animales en similares condiciones corporales aunque existen diferencias raciales y los intervalos parto tratamiento fueron mayores en el trabajo citado (104 ± 26 vs. 50 ± 14).

El efecto del DT combinado con tratamientos de sincronización resultan, generalmente, inefectivos cuando se trata de animales en pobre condición

corporal (Williams, 1990; Yelich y col., 1995). Teniendo en cuenta que la mayoría de los animales tratados en el presente experimento presentaron estados corporales por debajo de 4 puntos, es posible que los magros resultados obtenidos con **MAP+DT** se expliquen por el estado nutricional al comienzo del tratamiento.

En la bibliografía consultada fueron escasos los antecedentes encontrados que combinaran progestágenos con DT y BE. El **MAP+BE+DT** complementaría el aumento en la pulsatilidad de LH producido al retirar el progestágeno (Yavas y Walton, 2000b) con un DT mayor a 96 horas (Shively y Williams, 1989) y el efecto positivo que el BE tendría sobre el eje hipotálamo-hipófisis-ovario en los animales destetados (Callejas y col., 1995). El DT provoca una mayor secreción de LH, un mayor número de receptores a dicha hormona y en consecuencia un mayor crecimiento folicular que hacen que el ovario sea más receptivo a una onda de LH inducida por el BE.

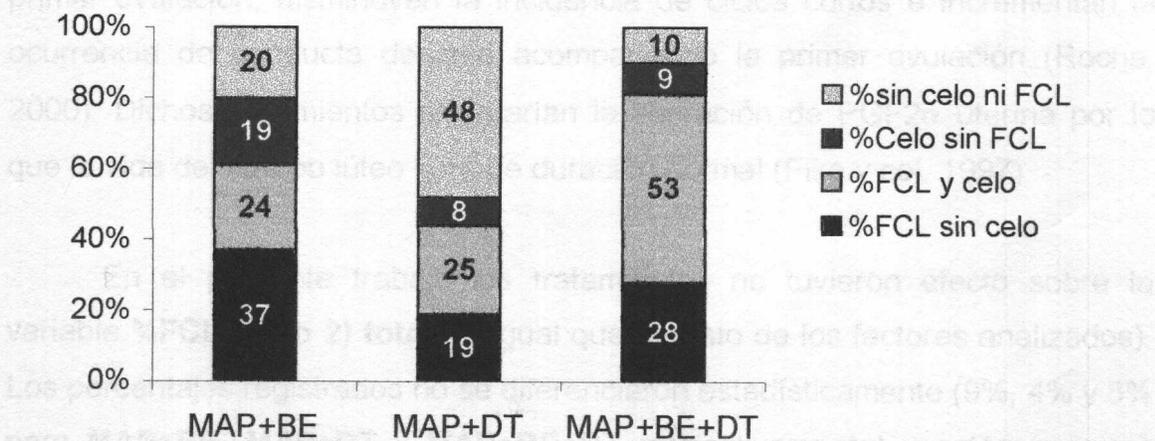
Doray y col. (1995) utilizando las mismas esponjas, un DT de 48 horas y 0.4 mg de BE al retirar el dispositivo obtuvieron un 50% de celos (%Celo) y un 40% de ovulaciones (%FCL total) aunque no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos MAP+BE+DT, MAP+BE, MAP+DT y control (solo MAP). Éstos valores corresponden a vacas en anestro, 55 días posparto y en adecuada condición corporal.

Arteche y col. (2003) probando CIDR con DT de 48 horas y 1.0 mg de BE a las 24 horas de removido el implante obtuvieron 64.6% de preñez en vacas de buena condición corporal cuya actividad cíclica pretratamiento no fue determinada. Ambos valores son comparables, en cierta medida, con el 81.3% de **FCL total** obtenido con **MAP+BE+DT**. Estos autores obtuvieron superioridad ($P < 0.05$) del tratamiento sobre el control para porcentaje de preñez con

inseminación artificial a tiempo fijo. El 64.6% de preñez implica que un alto porcentaje de vacas presentaron formación de cuerpo lúteo al final del tratamiento ($\geq 64.6\%$). Este valor sería similar al obtenido con **MAP+BE+DT** aunque, al desconocer la actividad cíclica previa al tratamiento, es imposible estimar el grado de inducción del mismo.

En el presente trabajo los resultados indican que el tratamiento **MAP+BE+DT** indujo celos en el 62.3% de los animales tratados siendo superior a los restantes tratamientos. Para este tratamiento el 85% de las vacas que mostraron celo ovularon mientras que, el 15% restante, mostró celo sin posterior formación de cuerpo lúteo. El Gráfico 5.1 indica la presencia de actividad ovárica (formación de cuerpo lúteo) y celo de los diferentes tratamientos.

Gráfico 5.1 - Presencia de actividad ovárica y celo (%) según Tratamiento



El gráfico resume los resultados correspondientes a los efectos de los tratamientos sobre las variables **%Celo**, **%FCL total** y **%FCL y celo**. La suma

de las proporciones %sin celo ni FCL y %celo sin FCL corresponde a los animales que no podrían concebir luego de los tratamientos. En relación a esto, el **MAP+BE+DT** fue el tratamiento que registró los menores valores para dicha suma explicado por un mayor porcentaje de animales que ovulan (medido por la variable **%FCL total**). El valor numérico de **FCL total** para **MAP+BE+DT** fue sustancialmente mayor al de **MAP+BE** aunque no difieren estadísticamente (81% y 61% respectivamente; P=0.12).

El reinicio de la actividad cíclica posparto en vacas amamantando se caracteriza por presentar el primer ciclo de corta duración en mas del 70% de los animales (Roche, 2000). Los ciclos de corta duración tienen, por lo general, baja fertilidad por lo que una disminución de éstos redundaría en un mejor índice de preñez.

La prematura liberación de $PGF2\alpha$ causaría la regresión temprana del cuerpo lúteo. Los tratamientos con progestágeno por 7-12 días adelantan la primer ovulación, disminuyen la incidencia de ciclos cortos e incrementan la ocurrencia de conducta de celo acompañando la primer ovulación (Roche, 2000). Dichos tratamientos retardarían la liberación de $PGF2\alpha$ uterina por lo que la vida del cuerpo lúteo será de duración normal (Fike y col. 1997).

En el presente trabajo los tratamientos no tuvieron efecto sobre la variable **%FCL (Tipo 2) total** (al igual que el resto de los factores analizados). Los porcentajes registrados no se diferenciaron estadísticamente (9%, 4% y 8% para **MAP+BE**, **MAP+DT** y **MAP+BE+DT** respectivamente) y están muy por debajo de los reportados por Roche (2000).

Los resultados discutidos hasta ahora, no han sido discriminados por momento de parto al igual que ocurre en la bibliografía consultada. Sin embargo los resultados indican un efecto diferente de los tratamientos cuando se comparan entre momentos de parto. Esto podría deberse, entre otros factores, a la coincidencia de la aplicación de los tratamientos con la presencia de toros correspondiente al manejo reproductivo de la estación.

Para la variable **%FCL total** las vacas de parición tardía presentaron un valor sustancialmente superior a las de parición temprana (85% vs. 35%). A su vez, cada tratamiento difiere estadísticamente cuando la comparación se realiza entre Momento de Parto temprano y tardío (Gráfico 4.4).

El efecto de **MAP+BE+DT** en las vacas de parición temprana fue superior al logrado con los otros dos tratamientos para **%FCL total**. Esta superioridad podría explicarse por adición de los efectos del progestágeno, el benzoato de estradiol y el destete temporario sobre la reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.

Los resultados obtenidos en vacas de parición tardía con los tres tratamientos, para **%FCL total**, no presentan diferencias estadísticas entre sí. La explicación a esto podría estar dada por el fotoperíodo (Yavas y Walton, 2000a), la mejora en la oferta forrajera (Short y col., 1990), la presencia de los machos y sus posibles interacciones.

La presencia del macho pudo afectar a los animales de parición tardía ya que, para éstos, los tratamientos se realizaron durante el servicio. Los toros fueron apartados desde el inicio los tratamientos (día 0) hasta el último sangrado (día 22), permaneciendo en porteros próximos. La exposición de las hembras a los toros podría inducir la liberación de GnRH del hipotálamo con la

posterior secreción de LH (Rodríguez Blanquet, 2002). Con respecto al fotoperíodo se observó que vacas paridas en primavera tardía tienen anestro postparto más corto que las paridas al comienzo de la primavera (Short y col., 1990). Estas diferencias pueden estar relacionadas con variaciones tanto de luz como de temperatura o pueden ser confundidas con cambios nutricionales que ocurren a medida que el año progresa (Short y col., 1990). En adición a esto podrían estar actuando complejas interacciones que podrían incrementar la respuesta lograda con los tratamientos de inducción de celos y ovulaciones.

El grado de sincronización de los tratamientos aplicados fue estimado a través del Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo. Dicha variable fue afectada por Año, Categoría, Momento de Parto y las interacciones Categoría-Tratamiento y Momento de Parto-Tratamiento.

Cuando se analizan los resultados según Año y Momento de Parto se encontraron menores ITC en vacas de parición tardía. Esta tendencia se mantiene para ambos años aunque para 2001 la diferencia entre momentos es de 33 horas y para 2002 es de 16 horas.

Al correr el análisis por Año se encontró, para 2001, únicamente efecto del Momento de Parto ($P \leq 0.0001$). Los valores obtenidos fueron 78 horas para parición temprana ($n=55$) y 45 horas para parición tardía ($n=17$) (Gráfico 4.8). Esta diferencia no pudo ser explicada desde el punto de vista fisiológico. Ante la posible existencia de errores en el registro de ITC (Momento de Parto temprano; 2001) que entendemos podría estar distorsionando los resultados, desestimamos 2001 para el análisis de esta variable.

Para 2002 tuvieron efecto Categoría, Momento de Parto y sus interacciones con Tratamiento ($P < 0.10$). Los tratamientos no difieren entre sí ($P = 0.45$) siendo 53.1 ± 12.2 horas para **MAP+BE**; 45.3 ± 17.8 horas para **MAP+DT** y 47.6 ± 9.5 horas para **MAP+BE+DT**. Los menores valores de ITC se encuentran en animales multíparos (46 ± 14 vs 53 ± 6 horas) y en los de parición tardía (39 ± 11 vs 55 ± 8 horas).

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Doray y col. (1995) para tratamientos realizados en similares condiciones. Los autores tampoco encuentran diferencias significativas entre tratamientos siendo 48 horas para **MAP+BE**; 55 horas para **MAP+DT** y 42 horas para **MAP+BE+DT** lo que puede estar explicado por el régimen de detección de celo cada 12 horas.

La sincronización de los celos facilita el uso de la inseminación artificial. Los tratamientos no se diferenciaron en sincronización aunque sí lo hicieron en la capacidad de inducir celos y ovulaciones. Para el presente trabajo, el tratamiento **MAP+BE+DT** presentó los mayores niveles de inducción de celo y ovulación por lo que sería dable esperar una buena respuesta en fertilidad a la inseminación artificial.

En vacas de parición temprana se esperaría una mejor respuesta del tratamiento **MAP+BE+DT** debido a la superioridad en **%Celo**, **%FCL total** y **%FCL y celo**. Para parición tardía, el efecto de los tratamientos **MAP+BE** y **MAP+BE+DT** fue similar por lo que se esperaría una buena respuesta en fertilidad de ambos tratamientos para las condiciones de este experimento (aplicación de los tratamientos durante el servicio). De verificarse un efecto bioestimulador de los machos en los animales de parición tardía, los resultados entre momentos de parto no serían comparables.

Los resultados obtenidos confirman la superioridad del tratamiento **MAP+BE+DT**, en inducción de celos y ovulaciones, planteada como hipótesis del presente trabajo únicamente en vacas de parición temprana. En parición tardía los resultados biológicos indican una superioridad del tratamiento **MAP+BE+DT** aunque no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Con respecto a la sincronización los resultados no difieren entre tratamientos.

6 CONSIDERACIONES FINALES

Para las condiciones de este experimento, no se encontró efecto del Año, Categoría, Estado Corporal a comienzo del tratamiento, Intervalo Parto-Tratamiento ni de las interacciones simples de éstos factores con Tratamiento para las variables **%Celo** y **%FCL total**.

Entre los factores estudiados, tanto Momento de Parto como Tratamiento y su interacción, fueron los que más afectaron las variables analizadas. El efecto de los Tratamientos fue diferente entre animales de parición temprana y tardía. El tratamiento **MAP+BE+DT** presentó mejores resultados, en comparación con **MAP+BE** y **MAP+DT**, en vacas de parición temprana para las variables que tendrían importancia económica. Cuando la comparación se realiza entre animales de parición tardía, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque los resultados biológicos indicarían una superioridad del tratamiento **MAP+BE+DT** con respecto a **MAP+BE** y **MAP+DT**. Éstos resultados confirman la hipótesis planteada al comienzo del experimento únicamente para los animales de parición temprana.

La combinación de progestágeno (MAP) con benzoato de estradiol (BE) y destete temporario (DT), en vacas en anestro, indujo la ovulación temprana y la conducta estral finalizado el tratamiento en un alto porcentaje de los animales tratados. Este método de inducción y sincronización resultaría accesible desde el punto de vista económico y aplicable desde el punto de vista técnico, para condiciones similares a las del presente ensayo, si se concretan los incrementos en los porcentajes de preñez esperados.

El tratamiento **MAP+BE+DT** permitiría mejorar las variables reproductivas analizadas con un costo acorde a los beneficios esperados. Con el dispositivo intravaginal utilizado (esponja artesanal) se lograrían resultados similares a los obtenidos con productos comerciales pero a un costo estimado sustancialmente menor. El benzoato de estradiol utilizado es de elaboración nacional y de muy bajo costo mientras que, el destete temporario de corta duración es una técnica que, según la bibliografía consultada, no perjudica el peso de los terneros al momento de destetarlos definitivamente.

El grado de sincronización de celos de los tratamientos fue alto, concentrándose éstos entre las 36 y 60 horas posteriores a la remoción de la esponja. Dicha sincronización facilita notoriamente la inseminación artificial. Para **MAP+BE+DT** sería recomendable la inseminación artificial a tiempo fijo debido al alto grado de inducción de ovulaciones que no siempre estuvieron acompañadas de conducta estral.

Para valorar el verdadero impacto económico que tendría la aplicación de éstos tratamientos es necesario determinar la fertilidad de las ovulaciones inducidas. El presente trabajo no permitió controlar dicha variable por lo que entendemos debería permanecer como objeto de futuras investigaciones. Tampoco se determinó el posible efecto bioestimulador de la presencia de machos durante la aplicación de los tratamientos lo que podría estar afectando los resultados obtenidos. También sería interesante conocer los resultados de animales testigo (sin tratar) y de animales tratados únicamente con progestágeno (MAP), para complementar la información obtenida en el presente experimento.

7 RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto, en inducción y sincronización de celos y ovulaciones sobre vacas en anestro amamantando, de una esponja artesanal con progestágeno en combinación con benzoato de estradiol y/o destete temporario.

Durante dos años, se utilizaron 86 vacas primíparas y 189 multíparas, en anestro, de raza Hereford y cruce Hereford x Angus, amamantando terneros de 27 a 91 días de edad y habiendo parido normalmente. A todas se les colocó una esponja artesanal impregnada con 250 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (**MAP**) durante 7 días. Previo a la colocación se inyectó la esponja con 50 mg de Oxitetraciclina para prevenir infecciones locales. Las vacas fueron distribuidas en tres grupos teniendo en cuenta edad, fecha de parto y categoría.

A uno de los grupos se le aplicó una inyección de 0.5 mg de Benzoato de Estradiol a 24 horas de remoción de la esponja (**MAP+BE, n = 88**); a otro se le realizó un destete temporario a corral durante 5 días comenzando al momento de remoción de la esponja (**MAP+DT, n = 92**); y al restante se le aplicó una inyección de 0.5 mg de Benzoato de Estradiol a 24 horas de remoción de la esponja y destete temporario a corral durante 5 días comenzando al momento de remoción de la esponja (**MAP+BE+DT, n = 95**).

El tratamiento **MAP+BE+DT** fue superior, en porcentaje de Celos (**%Celo; P<0.01**) y porcentaje de Formación de Cuerpo Lúteo (**%FCL total; P<0.004**), a **MAP+BE** y **MAP+DT** en vacas de parición temprana (Agosto-Setiembre) pero no en las de parición tardía (Octubre-Noviembre). Las vacas de

parición tardía presentaron un mayor porcentaje de **FCL total** en relación a las de parición temprana ($P < 0.0001$). El Intervalo fin de Tratamiento-detección de Celo (**ITC, horas**) fue afectado por Momento de Parto ($P < 0.0001$) y Categoría ($P = 0.004$), siendo menor en vacas de parición tardía y en multíparas.

En conclusión, el tratamiento **MAP+BE+DT** produjo los mejores resultados en **%Celo** y **%FCL total** en vacas de parición temprana pero similares, en las variables citadas, a los otros tratamientos en las de parición tardía. No se encontraron diferencias entre tratamientos para la variable **ITC**.

8 SUMMARY

The objective in this study was to determine whether treatments with progestagen (MAP) via an intravaginal sponge, an injection of 0.5 mg estradiol benzoate and/or temporary weaning for 5 days would induce and synchronize estrus and development of corpora lutea (FCL) in suckled anestrous beef cows (n=275 during 2 years). Cows (Hereford and Hereford x Angus) were primiparous (n=86) and multiparous (n=189) between 27 and 91 days postpartum.

Treatments consisted in an intravaginal sponge containing progestagen (Medroxyprogesterone Acetate; MAP) for 7 days combined with: 1) an injection of 0.5 mg estradiol benzoate (EB) 24 hours after device removal (**MAP+BE**, n=88), 2) temporary weaning during 5 days after device removal (**MAP+DT**, n=92), 3) an injection of 0.5 mg EB 24 hours after device removal as well as temporary weaning for 5 days after device removal (**MAP+BE+DT**, n=95).

MAP+BE+DT treatment was superior ($P<0.01$) in percentage of estrus (**%Celo**, $P<0.01$) and percentage of formation of corpora lutea (**%FCL total**, $P<0.004$) to **MAP+BE** and **MAP+DT** in cows calved in August-September (Period I) but not in cows calved in October-November (Period II). Cows that calved in Period II showed a higher percentage of FCL than those who calved in Period I ($P<0.0001$).

The interval from sponge withdrawal to onset of estrus (**ITC**, hours) was affected by parity (primiparous and multiparous, $P<0.004$) and by Period ($P<0.0001$) but not by treatments ($P=0.15$).

In conclusion, among females calved in Period I, greater **%Celo** and **%FCL total** were obtained with **MAP+BE+DT**. Similar results were obtained in Period II, for **%Celo** and **%FCL total** between treatments. The interval from sponge withdrawal to onset of estrus did not differ between treatments.

9 BIBLIOGRAFIA

- ALBERIO, R.H.; ALLER, J.; QUINTEROS, R.; FERRE, L.; MELUCI, L. 1999a. Momento de aplicación y dosis de benzoato de estradiol al final del tratamiento con progestágenos sobre celo y fertilidad. III Simposio Internacional de Reproducción Animal. Abstract. 182 pp.
- ALBERIO, R.H.; ALLER, J.; QUINTEROS, R.; FERRE, L.; MELUCI, L. 1999b. Utilización de dispositivos intravaginales con progesterona (CIDR) y respuesta comparada con esponjas vaginales con progestágeno. III Simposio Internacional de Reproducción Animal. Abstract. 183 pp.
- ALBERIO, 2000. Inducción y sincronización de celos en bovinos. Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo - Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. 49-52. Serie 108.
- ARTECHE, A.C.; ROCHA, D.C.; MOREIRA, R.; CARDOZO, L.D.; BORGES, J.B.S.; MATTOS, R.C.; GREGORY, R.M. Inseminação artificial em tempo fixo de vacas de corte tratadas com CIDR, benzoato de estradiol, associado ao eCG ou desmame temporário. 2003. Quinto Simposio Internacional de Reproducción Animal. Abstract. 378 pp.
- BORGES, J.B.S.; GREGORY, R.M. 2003. Indução da atividade cíclica ovariana pós-parto em vacas de corte submetidas à interrupção temporária do aleitamento associada ou não ao tratamento com norgestomet-estradiol. *Ciência Rural*. 33: 1105-1110.
- CALLEJAS, S.S.; ALBERIO, R.; DORAY, J.; TERUEL, M. 1994. Efecto del destete temporario solo o combinado con benzoato de estradiol, sobre la tasa de celo y ovulación en vacas de cría. *Archivos de Zootecnia*. 43: 357-367.
- CALLEJAS, S.S.; ALBERIO, R.; DORAY, J.; RIVERA, G.; TERUEL, M. 1995. Actividad sexual post-parto en vacas de cría, luego de realizado un destete temporario solo o asociado con benzoato de estradiol. *Revista de Medicina Veterinaria*. 76: 363-367.
- CAVESTANY, D. 1990. Fisiología del puerperio. Paysandú, Uruguay. Facultad de Agronomía. 28pp.

- DORAY, J.M.; CALLEJAS, S.S.; CABODEVILA, J.; CATALANO, R.; TERUEL, M.; ALBERIO, R.H. 1995. Estradiol exógeno y destete temporario en vacas de cría tratadas con progestágeno Revista Argentina de Producción Animal. 15: 1028-1030.
- DRIANCOURT, M.A. 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. Theriogenology 55: 1211-1239.
- FERNANDEZ ABELLA, D. 1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Uruguay. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 247p.
- FERNANDEZ ABELLA, D. 1995. Temas de reproducción ovina e inseminación artificial en bovinos y ovinos. Uruguay, Universidad de la República. 206 pp.
- FIKE, K.E.; DAY, M.L.; INSKEEP, E.K.; KINDER, J.E.; LEWIS, P.E.; SHORT, R.E.; HAFS, H.D. 1997. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without subsequent injection of estradiol benzoate. Journal of Animal Science. 75: 2009-2015.
- FIKE, K.E.; WEHRMAN, M.E.; LINDSEY, B.R.; BERGFELD, E.G.; MELVIN, E.J.; QUINTAL, J.A.; ZANELLA, E.L.; KOJIMA, F.N.; KINDER, J.E. 1999. Estrus synchronization of beef cattle with a combination of melengestrol acetate and an injection of progesterone and 17 β -estradiol. Journal of Animal Science. 77: 715-723.
- GEARY, T.W.; WHITTER, J.C.; HALLFORD, D.M.; MACNEIL, M.D. 2001. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. Journal of Animal Science. 79: 1-4.
- GONZALEZ DE BULNES, A.; SANTIAGO MORENO, J.; LOPEZ SEBASTIAN, A. Crecimiento y desarrollo folicular individual en el ovario de los rumiantes. Archivos de Reproducción Animal. 5: 48-59. Material del curso de Técnicas Reproductivas en bovinos y ovinos (2002). Salto. Facultad de Agronomía.
- GRIFFITH, M.K.; WILLIAMS, G.L. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. Biology of Reproduction. 54: 761-768.

- HAFEZ. 1996. Reproducción e inseminación artificial a animales. 6ta.ed. México. Mc Graw - Hill / Interamericana. 542p.
- HERNÁNDEZ, A; MENDOZA, M. 1999. Efecto del destete temporario y/o efecto toro sobre la actividad reproductiva y productiva de un rodeo Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
- HOFFMAN, D.P.; STEVENSON, J.S.; MINTON, J.E. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 74: 190-198.
- ITURRALDE, N; RUSKE, G. 1997. Efecto del destete temporario y/o efecto toro sobre la actividad reproductiva y productiva de un rodeo Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
- KINDER, J.E.; KOJIMA, F.N.; BERGFELD, E.G.M.; WEHRMAN, M.E.; FIKE, K.E. 1996. Progestin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistent ovarian follicles in cattle. *Journal of Animal Science*. 74: 1424-1440.
- KISER, T.E.; DUNLAP, S.E.; BENYSHEK, L.L.; MARES, S.E. 1980. The effect of calf removal on estrus response and pregnancy rate of beef cows after synchro-mate-B treatment. *Theriogenology*. 13: 381-389.
- LACUESTA, P.; VAZQUEZ, A.I. 2001. Efecto del destete precoz y la condición corporal al parto sobre la performance reproductiva en vacas primíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 157 pp.
- LAMB, G.C.; LYNCH, J.M.; GRIEGER, D.M.; MINTON, J.E.; STEVENSON, J.S. 1997. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*. 75: 2762-2769.
- LAMB, G.C.; MILLER, B.L.; LYNCH, J.M.; THOMPSON, K.E.; HELDT, J.S.; LÖEST, C.A.; GRIEGER, D.M.; STEVENSON, J.S. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*. 77: 2207-2218.
- LAMMOGLIA, M.A.; SHORT, R.E.; BELLOWS, S.E.; BELLOWS, R.A.; MACNEIL, M.D.; HAFS, H.D. 1998. Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-

- releasing insert and prostaglandin F2a. *Journal of Animal Science*. 76: 1662-1670.
- MACMILLAN, K.L.; BURKE, C.R. 1996. Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*. 42: 307-320.
- MAPLETOFT, R.; MARTINEZ, M.; ADAMS, G.; KASTELIC, J. 2001. Inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bos taurus. 4º Simposio Internacional de Reproducción Animal. 83-94.
- Mc DONALD, L. E. 1991. *Endocrinología veterinaria y reproducción*. 4ta.ed. Mexico. Mc Graw - Hill / Interamericana. 551p.
- Mc VEY, W.R.; WILLIAMS, G.L. 1991. Mechanical masking of neurosensory pathways at the calf-teat interface: endocrine, reproductive and lactational features of the suckled anestrous cow. *Theriogenology*. 35: 931-941.
- MERTENS, M.J.; LABAT, M.; FERNANDEZ, D.; RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.. 1997. Dinámica folicular ovárica de los bovinos. *Técnicas reproductivas*. E.E.F.A.S. Facultad de Agronomía. Salto. Uruguay. 1-9
- MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA – DIEA. 2002. <http://www.mgap.gub.uy/DIEA/Trabajos%20Especiales/> Estimación de la Producción Nacional de Terneros. Diciembre, 2002. Trabajos especiales N°29.
- ODDE, K.G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 817-830.
- ORCASBERRO, R. 1994. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. In *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo - Uruguay. Unidad de Difusión de Información Tecnológica del INIA. 158-162. Serie 13.
- PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; KIRACOFÉ, G.H.; STEVENSON, J.S.; BEAL, W.E. 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. *Journal of Animal Science*. 69: 2548.
- PETERS, A.R.; BALL, P.J.H. 1995. *Reproduction in cattle*. 2da .ed. Londres. Osney Mead OX2 OEL. 216p.

- QUINTANS, G. 2000. Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Importancia del efecto del amamantamiento sobre el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo - Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. 29-31. Serie 108.
- RANDEL, R.D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 853-862.
- ROCHE, J.F.; CROWE, M.A.; BOLAND, M.P. 1992. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Animal Reproduction Science*. 28: 371-378.
- ROCHE, J.F. 2000. Reproductive efficiency in postpartum cows. *Animal reproduction science*. 66: 17-32.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; MENDOZA, M.; HERNÁNDEZ, H.; BURGUEÑO, J.; PEREIRA, F.; LOPEZ, C.; QUINTANS, G. 2000. efecto del Destete Temporario de 14 días y/o Efecto Toro sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Hereford (4 años). XVI Congreso Latinoamericano de Producción Animal.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, VILLEGAS, N.; IRIGOYEN, J.; FRANCO, J. 2001. Función luteal y actividad estral en vacas amamantando en anestro tratados con un progestágeno (esponja artesanal) y benzoato de estradiol. XVII Congreso Latinoamericano de Producción Animal.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. 2002. Bioestimulación: una alternativa para incrementar la productividad del rodeo de cría. Seminario de actualización técnica: cría y recría ovina y vacuna. INIA Treinta y Tres - Uruguay. Serie 288: 81-97.
- RUBIANES, E; REGUEIRO, M. 2001. Algunos aspectos del control del ciclo estral en los rumiantes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 12 p.
- SAPELLI, H; TAFERNABERRY, M. 1989. Efecto del destete precoz sobre el comportamiento reproductivo en vacas de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
- SAS / STAT. Software: Changes and enhancements through release G.12, Cary, NC: SAS Institute Inc. 1997. 1167 p.
- SHIVELY, T.E.; WILLIAMS, G.L. 1989. Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrous beef cows

following varying intervals of temporary weaning. *Domestic Animal Endocrinology*. 6: 379-387.

SHORT, R.E.; BELLOW, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLE, J.G.; CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 799-810.

SILVEIRA, P.A.; SPOON, R.A.; RYAN, D.P.; WILLIAMS, G.L. 1993. Evidence of maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biology of Reproduction*. 49: 1338-1346.

SIMEONE, A. 2000. Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay. Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. Montevideo - Uruguay. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. 35-38. Serie 108.

STAGG, K.; SPICER, L.J.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biology of Reproduction*. 59: 777-783.

STEVENSON, J.S.; KNOPPEL, E.L.; MINTON, J.E.; SALFEN, B.E.; GARVERICK, H.A. 1994. Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *Journal of Animal Science*. 72: 690-699.

VIKER, S.D.; Mc GUIRE, W.J.; WRIGHT, J.M.; BEEMAN, K.B.; KIRACOFÉ, G.H. 1989. Cow-calf association delays postpartum ovulation in mastectomized cows. *Theriogenology*. 32: 467-474.

VIKER, S.D.; LARSON, R.L.; KIRACOFÉ, G.H.; STEWART, R.E.; STEVENSON, J.S. 1993. Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows requires tactile stimulation by the calf. *Journal of Animal Science*. 71: 999-1003.

WILLIAMS, G.L.; KIRSCH, J.D.; POST, G.R.; TILTON, J.E.; SLANGER, W.D. 1984. Evidence against teat stimulation as an autonomous effector of diminished gonadotropin release in beef cows. *Journal of Animal Science*. 59: 1060-1069.

- WILLIAMS, G.L.; KOZIOROWSKI, M.; OSBORN, R.G.; KIRSCH, J.D.; SLANGER, W.D. 1987. The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cow is not prevented by chronic milking or the physical presence of the calf. *Biology of Reproduction*. 36: 1079-1084.
- WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *Journal of Animal Science*. 68: 831-852.
- WILLIAMS, G.L.; MCVEY, W.R.; HUNTER, J.F. 1993. Mammary somatosensory pathways are not required for suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion and delay of ovulation in cows. *Biology of Reproduction*. 49: 1328-1337.
- WILLIAMS, G.L.; GRIFFITH, M.K. 1995. Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cow. *Journal of Reproduction and Fertility*. 49: 463-475.
- WILLIAMS, G.L.; GAZAL, O.S.; GUZMAN VEGA, G.A.; STANKO, R.L. 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Animal Reproduction Science*. 42: 289-295.
- YAVAS, Y.; WALTON, J.S. 2000a. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*. 54: 25-55.
- YAVAS, Y.; WALTON, J.S. 2000b. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: a review. *Theriogenology*. 54: 1-23.
- YELICH, J.V.; HOLLAND, M.D.; SCHUTZ, D.N.; ODDE, K.G. 1995. Synchronization of estrus in suckled postpartum beef cows with melengestrol acetate, 48-hour calf removal and PGF_{2a}. *Theriogenology*. 43: 401-410.

10 ANEXOS

Anexo 1 – Valores de $Pr > F$ para porcentaje de Celos, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celos según Año, Categoría, Momento de Parto, Tratamiento, Estado Corporal e Intervalo Parto-Tratamiento y las interacciones simples de éstos factores con Tratamiento.

| | %Celos | %FCL total | %FCL y celos |
|----------------------------|--------|------------|--------------|
| AÑO (A) | 0.12 | 0.91 | 0.54 |
| CATEGORÍA (C) | 0.34 | 0.28 | 0.84 |
| MOMENTO DE PARTO (MP) | 0.06 | 0.0001 | 0.25 |
| TRATAMIENTO (T) | 0.02 | 0.05 | 0.24 |
| ESTADO CORPORAL día 0 (EC) | 0.43 | 0.48 | 0.19 |
| INTERVALO PARTO-TRAT (IPT) | 0.35 | 0.44 | 0.07 |
| A x T | 0.30 | 0.30 | 0.40 |
| C x T | 0.78 | 0.13 | 0.96 |
| MP x T | 0.04 | 0.74 | 0.63 |
| EC x T | 0.84 | 0.86 | 0.76 |
| IPT x T | 0.79 | 0.31 | 0.28 |

Referencias:

Para determinar efecto de los factores sobre las variables se utilizó un nivel de significancia del 10% ($P < 0.1$).

Anexo 2 – Resultados en porcentaje de Celo, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celo según Año, Categoría, Momento de Parto, Tratamiento, Estado Corporal e Intervalo Parto-Tratamiento.

| | %Celo | %FCL total | %FCL y celo |
|------------------------------------|-------|------------|-------------|
| AÑO | | | |
| 2001 | 52 a | 64 a | 78 a |
| 2002 | 40 a | 63 a | 70 a |
| CATEGORÍA | | | |
| Primiparas | 42 a | 58 a | 73 a |
| Multiparas | 50 a | 68 a | 76 a |
| MOMENTO DE PARTO | | | |
| Temprano (Ago-Set) | 37 a | 35 a | 63 a |
| Tarde (Oct-Nov) | 55 b | 85 b | 83 a |
| TRATAMIENTO | | | |
| MAP+BE | 43 a | 61 ab | 55 a |
| MAP+DT | 33 a | 44 a | 77 ab |
| MAP+BE+DT | 62 b | 81 b | 85 b |
| ESTADO CORPORAL (DÍA 0) | | | |
| ≤ 3.5 | 43 a | 60 a | 65 a |
| ≥ 4 | 48 a | 66 a | 82 a |
| INTERVALO PARTO-TRATAMIENTO | | | |
| ≤ 49 días | 49 a | 60 a | 54 a |
| ≥ 50 días | 42 a | 67 a | 85 b |

Referencias:

Las comparaciones fueron realizadas para cada variable y cada factor en forma independiente.

Letras diferentes difieren entre sí P<0.1.

Día 0 corresponde al inicio de los tratamientos

Anexo 3 – Resultados en porcentaje de Celo, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celo para la interacción Año x Tratamiento.

| AÑO x TRATAMIENTO | %Celo | %FCL total | %FCL y celo |
|--------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| 2001 x MAP+BE | 45 a | 68 a | 65 a |
| 2001 x MAP+DT | 47 a | 45 a | 85 a |
| 2001 x MAP+BE+DT | 63 a | 76 a | 80 a |
| 2002 x MAP+BE | 41 A B | 52 A | 45 A |
| 2002 x MAP+DT | 21 A | 42 A | 67 AB |
| 2002 x MAP+BE+DT | 61 B | 86 B | 88 B |

Referencias:

Letras a, b y A, B difieren entre sí (P<0.1).

Solamente el tratamiento MAP+DT presentó diferencias significativas entre años (P<0.1) para la variable %Celo.

Anexo 4 – Resultados en porcentaje de Celo, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celo para la interacción Categoría x Tratamiento.

| CATEGORÍA x TRATAMIENTO | %Celo | %FCL total | %FCL y celo |
|--------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Primíparas x MAP+BE | 43 a | 64 ab | 56 a |
| Primíparas x MAP+DT | 28 a | 25 a | 75 a |
| Primíparas x MAP+BE+DT | 56 a | 82 b | 83 a |
| Múltiparas x MAP+BE | 43 A | 57 A | 54 A |
| Múltiparas x MAP+DT | 37 A | 64 AB | 79 AB |
| Múltiparas x MAP+BE+DT | 68 B | 81 B | 87 B |

Referencias:

Letras a, b y A, B difieren entre sí (P<0.1).

Solamente el tratamiento MAP+DT presentó diferencias significativas entre categorías (P<0.1) para la variable %FCL total.

Anexo 5 – Resultados en porcentaje de Celo, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celo para la interacción Momento de Parto x Tratamiento.

| MOMENTO DE PARTO x TRATAMIENTO | %Celo | %FCL total | %FCL y celo |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Temprano x MAP+BE | 40 a | 26 a | 33 a |
| Temprano x MAP+DT | 14 b | 23 a | 80 b |
| Temprano x MAP+BE+DT | 65 c | 60 b | 71 b |
| Tarde x MAP+BE | 46 A | 87 A | 76 A |
| Tarde x MAP+DT | 59 A | 67 A | 74 A |
| Tarde x MAP+BE+DT | 60 A | 93 A | 93 A |

Referencias:

Letras a, b y A, B difieren entre sí (P<0.1).

Solamente el tratamiento MAP+DT presentó diferencias significativas entre momentos de parto (P<0.1) para la variable %Celo.

Cada uno de los tratamientos difiere entre momentos de parto (P<0.1) para la variable %FCL total.

Anexo 6 – Resultados en porcentaje de Celo, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celo para la interacción Estado Corporal x Tratamiento.

| ESTADO CORPORAL x TRATAMIENTO | %Celo | %FCL total | %FCL y celo |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| ≤ 3.5 x MAP+BE | 39 a | 61 ab | 51 a |
| ≤ 3.5 x MAP+DT | 29 a | 38 a | 59 a |
| ≤ 3.5 x MAP+BE+DT | 62 b | 79 b | 81 a |
| ≥ 4 x MAP+BE | 47 AB | 60 AB | 60 A |
| ≥ 4 x MAP+DT | 36 A | 49 A | 89 A |
| ≥ 4 x MAP+BE+DT | 62 B | 84 B | 88 A |

Referencias:

Letras a, b y A, B difieren entre sí (P<0.1).

Anexo 7 – Resultados en porcentaje de Celo, de Formación de Cuerpo Lúteo total y Formación de Cuerpo Lúteo y celo para la interacción Intervalo Parto-Tratamiento (IPT) x Tratamiento.

| IPT x TRATAMIENTO | %Celo | %FCL total | %FCL y celo |
|--------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| ≤ 49 x MAP+BE | 44 a | 62 ab | 54 a |
| ≤ 49 x MAP+DT | 35 a | 31 a | 37 a |
| ≤ 49 x MAP+BE+DT | 69 b | 82 b | 80 a |
| ≥ 50 x MAP+BE | 42 AB | 59 A | 56 A |
| ≥ 50 x MAP+DT | 30 A | 57 A | 95 AB |
| ≥ 50 x MAP+BE+DT | 56 B | 80 A | 89 B |

Referencias:

Letras a, b y A, B difieren entre sí (P<0.1).

Solamente el tratamiento MAP+DT presentó diferencias significativas entre IPT (P<0.1) para la variable %FCL total.